

## Ueber geschlossene calorische Maschinen.

Von P. Fischer, Civil-Ingenieur in Graz.

Die calorischen Maschinen sind schon seit geraumer Zeit Gegenstand bedeutender Aufmerksamkeit vieler Techniker und mechanische Kraft benützender Fabrikanten, und wir begegnen ziemlich häufig in technischen Zeitschriften und Journalen Abhandlungen über diesen Gegenstand.

Dieses Bestreben, die Dampfmaschine durch einen solchen Motor zu ersetzen, hat unverkennbar grosse Wichtigkeit, da nicht zu läugnen ist, dass der Dampfkessel ein nicht ganz ungefährlicher Gesellschafter, und die Dampfmaschine selbst, weil sie mit einem Stoff arbeitet, der eine, die benützte Wärme vielfach übertreffende Quantität Wärme latent macht, eine schlechte Benutzerin der dynamischen Wärme sei, und da ferner das Wasser nicht überall zu haben ist.

Die Erikson'sche calorische und die Lenoir'sche Gas-Maschine sind jene, die bis heute eine vereinzelte Anwendung gefunden haben. Der Hauptnachtheil besteht in der hohen Temperatur, in welcher sie arbeiten, wo es fast unmöglich ist, gute Dichtungen herzustellen und Bewegungen, wegen des Mangels eines temperaturbeständigen Schmiermittels, einzuleiten.

Die sogenannten geschlossenen calorischen Maschinen, auch Heissluft-Maschinen genannt, sind es nun, welche sich neuerdings häufiger zeigten, und die eine Zukunft zu versprechen schienen, obwohl mir kein Fall bekannt ist, dass eine derartige Maschine wirklich gegangen sei.

In Dingers polytechnischem Journal I. Novemberheft 1865 ist eine solche Maschine nach Windhausen und Huch, und eben daselbst im II. Novemberheft Ropers Heissluft-Maschine, beide vom Herrn Delabar beschrieben; dann ist eine Abhandlung in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins XII. Heft 1865 vom Ingenieur von Reichenbach erschienen und letztere Abhandlung ist es besonders, welche mich veranlasste, selbst über diesen Gegenstand Untersuchungen anzustellen und eine solche Maschine zu entwerfen, doch haben meine Untersuchungen nur leider den Beweis geliefert, dass von diesen geschlossenen Anordnungen noch weniger zu erwarten sei, als von den älteren Anordnungen, indem sie einfach gar nicht gehen werden, was ich mich bestreben werde im Nachstehenden zu begründen.

Die mannigfaltigen und kostspieligen Proben, welche bereits durch Bau und Verbesserung solcher Maschinen gemacht worden sind, haben allerdings gezeigt, dass bis jetzt keine dieser Anordnungen entsprochen, doch suchte man den Fehler nicht in dem Principe, sondern in mangelhafter Ausführung, und so blieb der eigentliche Grund, warum diese Maschinen schlechtere Wärmebenützer seien, als die Dampfmaschinen, verborgen.

Gleichwohl ist es nicht gut möglich, im vorneherein eine verständliche Erklärung des Grundes zu geben, warum das Resultat ein so unbefriedigendes sei; denn es wirken dabei eine Menge von Umständen mit, welche eine strikte Behandlung erfordern und desshalb ist es nöthig, eine ganze Theorie dieser Maschinen zu entwickeln, und auf Grundlage derselben erst zu deduciren, und so kurz wie möglich anschaulich zu machen, dass es nicht anders sein kann.

Es ist nun zunächst nöthig, eine kleine Beschreibung einer solchen Anordnung zu geben, damit man möglichst allgemein sich bei Entwicklung der theoretischen Resultate darauf beziehen kann.

In einem geschlossenen Raume, der dem herrschenden Drucke widerstehen kann und dicht ist, befindet sich Brennmaterial, dessen Verbrennung durch, mittels einer Luftpumpe zugespresster, Luft unterhalten wird. Es kann hier nicht unsere Sache sein, die Construction einer solchen Maschine und die verschiedenen Methoden der Brenner, der Luft- und Brennmaterials-Zuführung, die verschiedenen Verkleidungen mit feuerfestem Material, ferner jene Einrichtungen, welche sich auf Mischung der Luft und vollständige Verbrennung beziehen, eines breiteren zu erörtern, da es auch meiner Ansicht nach gar keinen Zweck haben würde. Da, wie wir später sehen werden, die vollständigste Verbrennung nöthig erscheint, so entsteht eine so hohe Temperatur, dass es nicht möglich wäre, dieselbe auf einen Treibcylinder zu verwenden. Obwohl diese hohe Temperatur, vermöge des dadurch bedingten grossen Volumens der Gasarten, welche diese Temperatur haben, und welches die Verbrennungsproducte sind, für den Betrieb unserer Maschine günstig wäre, so muss man doch zu einem Hilfsmittel greifen, um dieselbe auf einen geeigneten Grad zu bringen, und dieses besteht im Zupressen von Wasser, welches die Dampfform annimmt, und indem es die vorhandenen Verbrennungsproducte in ihrer Temperatur herabsetzt und ihr Volumen bei constantem Drucke verkleinert, selbst wieder einen Theil dieses Raumes ausfüllt.

Diese unter Druck befindlichen Verbrennungsproducte, gemischt mit Wasserdampf, kommen nun direct unter den Kolben der Heissluftmaschinen, indem sie passende Steuerungsvorrichtungen passiren und früher gehörig vermischt worden sind.

Wir haben also 3 Punkte im Auge zu behalten: 1. Die möglichst vollständige Umwandlung des Kohlenstoffs in Kohlensäure, 2. die Injicirung von Wasser, um die geeignete Temperatur zu erhalten, und 3. das Zupressen der atmosphärischen Verbrennungsluft, und kommen nun daran, einige Betrachtungen der chemischen und mechanischen Vorgänge bei der Verbrennung zu machen: Der Kohlenstoff, der im Brennmaterial befindlich ist, verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft bei der Verbrennung entweder zu Kohlensäure, wenn hinlänglich Luft zugeführt wurde, oder zu Kohlenoxyd, wenn die Temperatur im Brennraume hoch und die Zuführung von Luft mangelhaft ist, oder wenn die bereits gebildete Kohlensäure Gelegenheit findet, sich zu reduciren, was stets geschieht, wenn dieselbe durch oder über eine Schichte glühenden Kohlenstoffes streichen muss.

Betrachtet man die specifischen Gewichte dieser beiden Gasarten gegenüber dem Sauerstoff, so findet man, dass bei correspondirendem Drucke und Temperatur das Kohlenoxydgas das doppelte Volumen des Sauerstoffs einnimmt, also eine Expansion entsteht; aber dass das Kohlenoxyd durch weitere Aufnahme von Sauerstoff bei seiner Verbrennung zu Kohlensäure sein Volum nicht weiter vergrössert, also dieses Volumen Sauerstoff verschluckt, oder eine Condensation erfolgt.

Daher hat Kohlensäure nur ein Volumen, wie es der

Sauerstoff hatte, aus welchem sie entsteht, wenn man auf gleiche Temperatur und Pressung reducirt.

Wir wollen keine Consequenzen daraus ziehen, in welcher Weise sich dieses eben angedeutete Verhalten von Kohlenoxyd und Kohlensäure als motorische Kraft verwenden liesse, sondern constatiren einfach: dass ein Volum Luft dadurch, dass ein Theil oder selbst der gesammte Sauerstoff derselben sich mit Kohlenstoff zu Kohlensäure verbindet, in seinem Volumen constant bleibt, wenn die dabei freiwerdende Wärme abgeleitet werden könnte. Wird die freiwerdende Wärme vom Gase selbst aufgenommen, so hat es die, seiner specifischen Wärmecapacität entsprechende Temperatur, und das Volumen unseres Gemenges von Kohlensäure, Stickstoff und Luft ist gerade so gross, als ein solches Volumen Luft, aus welchem sie entstanden sind, wenn sie die nämliche Temperatur hätte. Wir wählen für unsere Theorie Coaks als Brennstoff, und schicken voraus, dass zur Verbrennung von 1 Pfd. Coaks theoretisch eine Luftmenge von 9,5 Pfd. erforderlich sei, oder 130 Cubik-Fuss von atmosphärischer Pressung und der Temperatur von Null Grad Celsius. Damit die Verbrennung vollständig erfolge, ist es aber nöthig ein grösseres Luftquantum zuzuführen und dieses nennen wir dem Gewichte nach:

$\alpha \times 9,5$  Pfd., und dem Volum nach:

$\alpha \times 130$  Cubik-Fuss.

Die pyrometrische Leistung von 1 Pfd. Coaks nehmen wir zu 7000 Calorien theoretisch an und sagen, wir könnten in unserem Apparate 82 Procent derselben nutzbar machen, der Rest gehe durch unvollständige Verbrennung und Ausstrahlung verloren.

Die specifische Wärme des entstehenden Gasgemenges bei constantem Druck können wir mit hinlänglicher Sicherheit zu  $C_1 = 0,25$  annehmen, und wenn wir noch bei unserem Gewichte, welches entsteht, das Gewicht des Kohlenstoffs, der zu dem relativ grossen Luftquantum zutritt, vernachlässigen, so haben wir zur Ermittlung der durch Verbrennung von 1 Pfd. Coaks entstehenden Temperatur  $T$ , wenn Luft von der Temperatur  $t$  in den Brennraum tritt, folgenden Ansatz:

$$(T - t) 0,25 \cdot 9,5 \alpha = 7000 \cdot 0,82,$$

weil die Wärmezunahme der Verbrennungsproducte gleich sein muss der aus der Verbrennung resultirenden.

Die Temperatur  $t$  lässt sich leicht bestimmen; wenn wir in der Luftpumpe Luft von atmosphärischer Dichte und Null Grad Celsius verwenden, so ist dieselbe, nach der, angenommen in einem wärmedichten Gefäss erfolgten Compression auf die Pressung  $P$  Atm. absolut:

$$t = 273 (P^{0,25} - 1).$$

Berücksichtigt man dieses und führt es in obige Gleichung ein, so findet sich:

$$T = \frac{2420}{\alpha} + 273 (P^{0,25} - 1). \quad (1)$$

Diese Temperatur betrüge für  $P = 5$  Atmosphären und  $\alpha = 2$ , welcher Werth zur vollständigen Verbrennung nahezu erforderlich ist, nahe 1300 Grad Celsius und eine solche Temperatur ist nicht verwendbar in einem mechanischen Apparate; ausserdem würde die Festigkeit des Materials bedeutend in Frage gestellt.

Wir werden also Wasser injiciren müssen, zu dessen Ver-

dampfung passende Vertheilung oder Heizflächen angebracht sein werden, und zwar soviel, dass eine Temperatur unseres Gemenges von Verbrennungsproducten und Dampf von ( $t_x$ ) Graden entstehe, bei welcher es möglich ist, Bewegungen einzuleiten und die Festigkeit nicht zu gefährden.

1 Pfund Dampf von der Temperatur  $t_x$  und der Pressung  $P$  Atm. abs. hat bekanntlich das Volumen in Cub. Fuss.

$$v_1 = \frac{13,7}{0,622} \times \frac{1}{273} \times \frac{273 + t_x}{P} \quad (2)$$

und bei eben dieser Pressung und Temperatur besitzt unsere zugepresste Luftmenge, respective unsere Verbrennungsproducte pr. 1 Pfund Coaks ein Volumen von

$$v_2 = \frac{\alpha \times 130}{273} \frac{(273 + t_x)}{P} \quad (3)$$

Die pr. 1 Pfund Coaks eingespritzte Wassermenge betrage  $x$  Pfund, 1 Pfund kaltes Wasser consumirt aber, wenn es sich bei der Temperatur  $t_x$  in Dampf verwandeln soll, nach Regnault's Formel die Wärme-Menge  $W$  Calorien:

$$W = 550 + 0,305 t_x; \quad (4)$$

wir müssen sagen nahe, da unser Dampf in überhitztem Zustande sich bildet, folglich jener Theil dieser Wärmemenge, welcher sich auf die äussere Arbeit bezieht, etwas zu gross genommen erscheint.

Die Wärmemenge, die das injicirte Wasserquantum bei seiner Verwandlung in Dampf von der Temperatur  $t_x$  consumirt, muss nun gleich sein jenem Wärmequantum, welches die Verbrennungsproducte abgeben, wenn sie von einer Temperatur  $T$  bei constantem Drucke übergehen auf eine Temperatur  $t_x$ , und deshalb folgt das Wasserquantum aus folgender Gleichung:

$$x = \frac{\alpha \times 9,5 \times 0,25}{W} \left( 273 (P^{0,25} - 1) + \frac{2420}{\alpha} - t_x \right) \quad (5)$$

Das Volumen, welches unsere Mischung von Verbrennungsproducten und Dampf nun einnimmt, ist  $y = v_2 + x v_1$ , oder wenn wir für  $v_1$  und  $v_2$  die Werthe aus Gleichung (2) und (3) setzen:

$$y = \frac{273 + t_x}{273 P} \left( \alpha \cdot 130 + \frac{x \cdot 13,7}{0,622} \right) \quad (6)$$

Bei einer bestimmten Maschinenanordnung verhält sich das eingesaugte Luftvolumen zum ausgestossenen Vol.  $y$  wie die Kolbenflächen und der Expansionsgrad; es besteht demnach bei gleicher Kolbengeschwindigkeit von Luftpumpe und Treibcylinder die Relation:

$$\alpha \times 130 = y \times \frac{f}{F} \times \frac{L}{l}, \quad (7)$$

wo  $f$  die Kolbenfläche der Luftpumpe,  $F$  die des Treibcylinders in  $\square'$  bedeutet, und  $\left(\frac{L}{l}\right)$  das Expansionsverhältniss ist, welches im Arbeitscylinder herrscht.

Aber auch das eingespritzte Wasserquantum pr. Pfd. Coaks ist, wenn einmal gestellt, proportional dem Luftquantum, so dass folgende Gleichung existirt:

$$x = k \alpha \times 130 \quad (8)$$

wo  $k$  eine später sich bestimmende Constante ist. Eliminiert man nun aus (6) und (7) den Werth von  $y$  und setzt den Werth von  $x$  aus Gleichung (8) ein, so erhält man zunächst:

$$\frac{PF}{f} \times \frac{l}{L} = \frac{273 + t_x}{273} \left( 1 + \frac{13,7}{0,622} k \right) \quad (9)$$

worin man noch  $t_x$  wegzuschaffen hat, damit wir eine Formel für die Pressung vom Lufttransport  $\alpha$  und dem Wassertransport  $k$  haben. —

Aus Gleichung (5) folgt:

$$t_x = 273 (P^{0.25} - 1) + \frac{2420}{\alpha} - \frac{Wx}{\alpha \times 9,5 \times 0,25}, \quad (10)$$

und wenn man darin noch den Werth von  $x$ , mit Hilfe von Gleichung (8) wegschafft, erscheint:

$$t_x = 273 (P^{0.25} - 1) + \frac{2420}{\alpha} - \frac{Wk \times 130}{9,5 \times 0,25}; \quad (11)$$

setzt man nun (11) in (9), so erhalten wir unsere erste wichtige Gleichung für die Pressung, sie lautet:

$$\frac{PF}{f} \times \frac{l}{L} = \frac{273 P^{0.25} + \frac{2420}{\alpha} - \frac{Wk \times 130}{9,5 \times 0,25}}{273} \left(1 + \frac{13,7}{0,622} k\right) \quad (12)$$

und daraus kann man zunächst ziehen, dass für eine bestimmte Maschinenanordnung die Pressung sinkt, wenn  $\alpha$  wächst.

Wir schreiten indessen gleich zu Vereinfachungen, und da wir aus praktischen Rücksichten uns mit unserem  $t_x$  in der Nähe von  $t_x = 400^\circ$  aufhalten müssen, so können wir den Werth von  $W$  constant annehmen und setzen  $W = 672$  Calorien und dann schreibt sich Formel (12) einfacher:

$$\frac{PF}{f} \times \frac{l}{L} = \left(P^{0.25} + \frac{8,82}{\alpha} - 142k\right) (1 + 22,1k). \quad (13)$$

in welcher Form wir dieselbe stets verwenden wollen.

Wir haben oben schon angeführt, dass die Vergrößerung von  $\alpha$  ein Sinken der Pressung bedingt; und da ferner das Flächenverhältniss  $\frac{F}{f}$  gleichzeitig mit  $\frac{L}{l}$  wachsen muss, so wird

sich für practische Fälle das Product  $\left(\frac{F}{f}\right) \times \left(\frac{l}{L}\right)$  immer in der Nähe der Einheit aufhalten und man kann sich die Frage stellen, wie hoch die Pressung in einer solchen Maschine überhaupt steigen kann. Wir werden später sehen, dass nach  $k$  kein Maximum existirt, da  $\alpha$  immer einen Werth hat, wo das nicht möglich ist; der grösste Werth von  $P$  wird daher sehr nahe zusammenfallen mit  $P = 8,82$  Atm. abs. und Pressungen, wie solche Ingenieur Reichenbach in früher genannter Quelle anführt, bis 20 und 40 Atm. gehören in das Reich der Unmöglichkeit.

### Berechnung der Leistung.

Suchen wir zuerst jene Arbeit, die nöthig ist zur Bewegung der Luftpumpe. Um das Luftquantum  $\alpha \times 9,5$  Pfd. in einem wärmedichten Gefässe zu comprimiren (und ein solches dürfen wir voraussetzen, da erstens Wärme eher wegen der Nähe der Feuerstätte ausstrahlen wird, und zweitens der Compressionsact sehr schnell erfolgt), hat man die Leistung in Fusspfunden:

$$\mathfrak{A}_1 = 9,5 \times \alpha \cdot A (T - T_0) c_1,$$

wobei  $c_1 = 0,25$  und  $A = 1340$  Fpfd. das mechanische Wärmeäquivalent, ferner  $T$  die Temperatur des Gases am Ende

und  $T_0$  die am Anfang der Operation ist. Um obiges Luftquantum endlich in den Raum hinein zu pressen unter constantem Drucke, ist die Arbeit:

$\mathfrak{A}_2 = P_{\text{atm. abs.}} \times \alpha \times 9,5 \times V_{\text{Cyl. Fuss.}} \times 12,75 \times 144.$   
erforderlich; da aber nach dem Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetze:

$$PV = p_0 v_0 \left(\frac{T}{T_0}\right) \text{ ist, und } p_0 v_0 = 13,7 \dots (14)$$

für atm. Luft gesetzt werden kann, so folgt:

$$\mathfrak{A}_2 = \alpha \cdot 9,5 \times 12,75 \times 144 \times 13,7 \left(\frac{T}{T_0}\right)$$

und die gesammte Arbeit, welche die Luftpumpe theoretisch consumirt.

$$L^{\text{Fpfd.}} = \mathfrak{A}_1 + \mathfrak{A}_2$$

$$\text{oder} = \alpha \cdot 9,5 \left(12,75 \times 144 \times 13,7 \frac{T}{T_0} + A c_1 (T - T_0)\right),$$

wofür wir für unsern Fall, wo

$$T = T_0 P^{0.25} \dots \dots \dots (15)$$

ist, und wir lauter absolute Temperaturen haben, welche wir damit beseitigen, dass wir  $T_0 = 273$ , oder  $0^\circ$  Cels. nehmen, setzen:

$$L^{\text{Fpfd.}} = \alpha \times 9,5 \left(12,75 \times 144 \times 13,7 P^{0.25} + A c_1 273 (P^{0.25} - 1)\right) \quad (16)$$

Bei der Compression von  $P = 1$  bis  $P = 3$  Atm. abs. steigt die Temperatur um

$$t = 273 (P^{0.25} - 1) = 98^\circ \text{ Cels.}$$

Wir haben das hergesetzt, um zu zeigen, dass diese Aenderungen nicht ganz zu vernachlässigen sind.

Arbeit im Treibcylinder.

Die theoretische Leistung des Volldruckes in Fpfd. ist:

$$\mathfrak{A}_3 = y P \times 144 \times 12,75,$$

oder wenn man den Werth von  $y$  aus Gleichung (7) einsetzt

$$\mathfrak{A}_3 = \alpha \times 130 \frac{l}{L} \times \frac{F}{f} \times 144 \times 12,75;$$

jene der Expansion und zwar vom Lufttheile

$$= \alpha \times 9,5 A c_1 (t_x - t_0);$$

vom Dampftheile

$$= x \times A c_2 (t_x - t_0),$$

wobei  $t_0$  diejenige Temperatur ist, bei welcher das Gasgemenge aus dem Cylinder austritt und  $c_1$  die specifische Wärme der Verbrennungsproducte,  $c_2$  diejenige des beigemischten Wasserdampfes;  $t_0$  und  $t_x$  hängen mit dem Expansionsgrade durch folgende Gleichung zusammen:

$$(273 + t_0) = (273 + t_x) \left(\frac{l}{L}\right)^{0.41};$$

berücksichtigt man ferner noch, dass vermöge Gleichung (8),  $x = k\alpha \times 130$  ist, und setzt den Werth von  $t_x$  ein, welcher sich aus Gleichung (9) ergibt, so findet man für die Expansionsleistung in Fpfd.

$$\mathfrak{A}_4 = (\alpha \times 9,5 c_1 + k\alpha \times 130 c_2) \frac{A \times 273 P F}{1 + \frac{13,7}{0,622} k} \times \frac{l}{L} \left[1 - \left(\frac{l}{L}\right)^{0.41}\right]$$

wornach die gesammte theoretische Leistung in unserem Treibcylinder  $L_T$  folgenden Werth hat:

$$L_T^{\text{Fpfd.}} = \alpha P \left(\frac{F}{f}\right) \times \left(\frac{l}{L}\right) \left[130 \times 144 \times 12,75 + (9,5 c_1 + k c_2 \times 130) \frac{A \times 273}{1 + \frac{13,7}{0,622} k} \left(1 - \left(\frac{l}{L}\right)^{0.41}\right)\right] \dots (17)$$

Diese beiden Formeln für die Leistung beziehen sich auf den Fall, dass der äussere atm. Druck  $= 0$  wäre; wir müssen also noch ein Glied von unserer Leistung abziehen, welches sich auf den atm. Gegendruck bezieht. Dieser Druck selbst ist  $= p(F - f)$ .

Um die Arbeit zu erhalten, müssen wir den Weg kennen, durch welchen derselbe überwunden wird, während 1 Pfd. Coaks verbraucht wird. Nennen wir diesen Weg  $s$ , so folgt:  $fs = \alpha \times 130$ , und da  $p = 1$  ist, folgt:  $L_g = p(F - f)s$  oder einfacher:

$$L_{\text{Pferde pr. Pfd. Coaks.}} = \varphi \times \alpha (P^{0.25} + \frac{8.82}{\alpha} - 142k) [555(1 + 22.1k) + (2155 + 36200)(1 + (\frac{l}{L})^{0.41})] \quad (\text{Maschine.}) \\ - \varphi_1 \alpha (2825 P^{0.25} - 2270) \quad (\text{Luftpumpe.}) \\ - \alpha (\frac{F}{f} - 1) \times 555 \quad (\text{Gegendruck.}) \quad (19)$$

Im Coefficienten  $\varphi$  sind alle Reibungs- und Undichtheitsverluste, sowie ferner die Arbeit zur Bewegung der Speisepumpe enthalten. Wir haben, um ihn zu schätzen, ein ausgezeichnetes Hilfsmittel in den Erfahrungen über die Dampfmaschine, und wir können ihn keinesfalls höher taxiren, da wir auch ein wesentliches Hinderniss hier mehr haben, nämlich hohe Temperatur und mechanisch mitgerissene Kohlentheilchen im Cylinder.

Wir enthalten uns jedoch vorläufig seinen Werth anzugeben, indem wir ihn bestimmen, und untersuchen werden, ob man einen solchen Coefficienten zu erwarten berechtigt ist. Anders ist es mit  $\varphi_1$  für die Luftpumpe, dort hat man mit Temperaturen zu thun, die sich innerhalb 0 und 100° Cels. bewegen, kann vorzügliche Dichtungen anwenden, und man wird  $\varphi_1 = 1.15$  setzen können, so dass man zur theoretischen Leistung bloss 15% dazu schlägt und wir werden diesen Werth auch beibehalten, obwol er eher zu gering geschätzt ist, wenn man die nothwendig vorkommenden schädlichen Räume beachtet, und die gegenüber von Gebläsen doch sehr bedeutenden Pressungen ins Auge fasst.

#### Deductionen.

Formel (13) und (19) sind nun jene, die uns Aufschluss geben sollen über alle Verhältnisse; wir werden einzelne Vereinfachungen vornehmen.

Die zugespritzte Wassermenge  $\alpha$  pr. Pfd. Coaks wächst nächst  $k$  auch mit dem Transport von Luft, also mit  $\alpha$ , wenn einmal der Injectionshahn gestellt ist, daher werden wir auch fortwährende Temperaturänderungen zu erwarten haben. Vermöge Gleichung (11) findet man für den Coefficienten  $k$  folgenden Ausdruck:

$$k = \frac{273(P^{0.25} - 1) + \frac{2420}{\alpha} - t_x}{\frac{W \times 130}{0.25 \times 9.5}},$$

woraus man bemerkt, dass der Theil  $P^{0.25}$  keinen vorwaltenden Einfluss ausübt, so dass es erlaubt ist, für die Pressung einen Mittelwerth zu setzen; wir setzen  $P = 3$  Atm. abs. wodurch  $273(P^{0.25} - 1) = 98^\circ$  wird; ferner wird sich in der Nähe von  $t_x = 400^\circ$ ,  $W$  nicht bedeutend ändern, so dass man

$$L_g = \alpha \left( \frac{F}{f} - 1 \right) \times 130 \times 12.75 \times 144 \quad (18)$$

Unsere gesuchte Hauptleistungsformel wird daher, wenn wir noch statt  $\frac{PF}{f} \times \frac{l}{L}$  seinen Werth aus Gleichung (13) einsetzen, ferner  $c_1 = 0.25$ ,  $c_2 = 0.305$ ,  $A = 1340$  nehmen, und mit  $\varphi$  und  $\varphi_1$  die Leistungcoefficienten für Treibcylinder und Luftpumpe bezeichnen, auch die Leistungen in Pferdekraften pro Pfd. Coaks umwandeln:

auch dafür den Werth  $W = 672$  einführen darf, daraus geht nun die einfachere Formel hervor:

$$k = \frac{\frac{2420}{\alpha} + 98 - t_x}{39000};$$

ausserdem hat ein kleiner Fehler in der Bestimmung von  $k$  keine wesentliche Bedeutung, da  $k$  für eine bestimmte Anordnung constant und der Injectionshahn so gestellt werden kann, dass die gewünschte Temperatur entsteht.

Da man ferner  $k$  offenbar für den normalen Gang bestimmen wird und zu einer möglichst vollständigen Verbrennung  $\alpha$  sich in der Nähe von 2 aufhalten muss, so kann man sich, wenn man  $\alpha = 2$  setzt, folgende kleine Tabelle für  $k$  entwerfen:

für $t_x = 200^\circ$ und $\alpha = 2$ wird $k = \frac{1}{35.2}$	
" = 300 " " $k = \frac{1}{38.2}$	
" = 400 " " $k = \frac{1}{42.9}$	
" = 500 " " $k = \frac{1}{48.1}$	
" = 600 " " $k = \frac{1}{55}$	
" = 700 " " $k = \frac{1}{64}$	
" = 800 " " $k = \frac{1}{76.5}$	
" = 900 " " $k = \frac{1}{95}$	

Und daraus wählen wir für den normalen Gang  $k = \frac{1}{48.1}$  und  $t_x = 500^\circ$  für  $\alpha = 2$ . Diese Temperatur von  $t_x = 500^\circ$  dürfte jedoch für die Praxis schon die höchste Grenze sein, wir haben sie indessen absichtlich gewählt, um von unseren Rechnungen noch das günstigste Resultat zu erhalten. Aus Gleichung (5) oder (8) kann man nun auch die Wassermenge, die eingespritzt wird bestimmen; man findet für obiges  $k$  und die sonstige Annahmen:

$$\alpha = 5.4 \text{ Pfd.}$$

Berücksichtigt man jetzt den Einfluss, den  $k$  auf die Pressung ausübt, so findet man

$$\frac{F}{f} \times \frac{l}{L} \left( \frac{dP}{dk} \right) = 22.1 P^{0.25} + \frac{22.1 \times 8.82}{\alpha} (142 + 6280k) \quad (22)$$

Bei dieser Differentiation hat man wieder  $P^{0.25}$  als constant betrachtet, was wegen des geringen Einflusses erlaubt ist; man sieht, dass die Pressung mit  $k$  bedeutend abnimmt; fragen wir, ob es ein Maximum von  $P$  gibt für irgend einen Werth von  $k$ , so ist obige Gleichung  $= 0$  zu setzen und für  $P$

wieder sein Mittelwerth = 3 Atmosphären genommen, erscheint die Bedingung

$$6280 k = \frac{195}{\alpha} - 120$$

welche zeigt, dass  $\alpha \approx 1,63$  sein müsste, wenn für  $k$  ein positiver Werth resultiren soll; ein Werth, der sich praktisch kaum erreichen lassen würde; ausserdem ist man ja mit der Temperatur an ein bestimmtes  $k$  gebunden; setzen wir aber den als zulässig erkannten Werth von  $k$  ein, so erhalten wir

$$\alpha = 0,76,$$

ein unmöglicher Werth; es gibt daher zwischen  $\alpha$  und  $k$  keine Combination, welche ein Maximum der Pressung hervorbrächte; man wird sich dem überhaupt erreichbaren Maximum der Pressung um so mehr nähern, je kleiner man  $k$  nimmt, natürlich steigt dadurch die Temperatur, was ungünstig ist.

Durch Einsetzen unseres justirten  $k = \frac{1}{48,1}$  erhalten wir statt Formel (13) die einfachere:

$$P \times \frac{F}{f} \times \frac{l}{L} = \frac{12,8}{\alpha} + 1,46 P^{0,29} - 4,3 \dots (21)$$

in welcher Form sie von uns bei der Kritisirung der Leistungsformel verwendet werden wird.

Was auch Formel (21) erkennen lässt, und was wir auch schon früher fanden, ist, dass die Pressung sehr bald ihre Grenzen erreicht; wir dürfen also den Expansionsgrad unseres Treibecylinders nicht zu hoch nehmen, obwohl es günstig auf den Effect einwirkt.

$$L^{\text{Pferde pr. Pfd. Coaks}} = \underbrace{\left( \varphi 2120 - \frac{2420}{P} \right)}_A \underbrace{\left( 8,82 - (2,95 - P^{0,29}) \times \alpha \right)}_B - \underbrace{\alpha \times 3250 (P^{0,29} - 1)}_C \dots (24)$$

Der Theil  $B$  wird erst negativ, wenn

$$P^{0,29} > 2,95$$

oder  $P$  grösser als 42,7 Atmosph. wird, folglich ist  $B$  stets subtractiv zu nehmen; man kann daraus für alle practisch möglichen Fälle den allgemeinen Satz aussprechen, dass die Leistung für jedes Pfund Brennstoff mit  $\alpha$  unbedingt abnimmt.

Bevor wir noch das Maximum von  $P$  bestimmen, wollen wir constatiren, wie gross unser Coefficient  $\varphi$  sein muss, damit die Maschine etwas leiste. Setzt man dafür  $P = 5$  und folglich  $P^{0,29} = 1,615$ , so ergibt sich

$$L = (\varphi 2120 - 485) (8,82 - 1,333\alpha) - \alpha \times 2000 \dots (24b)$$

und wenn man noch  $\alpha = 2$  für den normalen Fall berücksichtigt:

$$L = \varphi \times 13100 - 6970,$$

woraus man direct ziehen kann, dass  $\varphi > 53,5$  Procent sein müsse, damit man eine Leistung, die positiv ist, erhalte; eine Leistung, welche keine Dampfmaschine gibt, trotzdem dort die hohe Temperatur und das Mitreissen von Kohlentheilchen in den Cylinder wegfällt; denn auch in unserem Coefficienten  $\varphi$  sind alle jene Theile enthalten, welche den Effectgrad der Dampfmaschine herabsetzen, nämlich Bewegung eines Ventils, oder Schiebers, Bewegung einer Speisepumpe etc., denn unsere Luftpumpe ist als eine separate Maschine zu betrachten, unge-

Wir vermuthen, dass sich noch eine Pressung von 5 Atmosphären abs. erreichen lasse und dann thun wir unser Möglichstes, wenn wir  $\left(\frac{L}{l}\right) = 3$  setzen, also der Maschine den grösstmöglichen Expansionsgewinn zuteilen.

Man hat für diese Werthe also:

$$\left(\frac{l}{L}\right)^{0,41} = 0,638;$$

und setzt man das in Formel (19) und auch für  $k$  seinen Werth  $\frac{1}{48,1}$ , so erhält man folgende Leistungsformel:

$$L^{\text{Pferd.}} = \alpha \left( P^{0,29} + \frac{8,82}{\alpha} - 2,95 \right) 2120 \text{ (Masch.)} \dots (23)$$

$$- 1,15 \alpha (2825 P^{0,29} - 2270) \text{ (Luftp.)}$$

$$- \alpha \left( \frac{F}{f} - 1 \right) 555 \text{ (Gegendruck.)}$$

Da unser  $\left(\frac{F}{f}\right)$  einen bedeutenden Einfluss auf die Pressung ausübt, wir aber nun zuerst jene Pressung bestimmen wollen, bei welcher der Effect pr. Pfd. Coaks ein Maximum werden kann, so nehmen wir zuerst  $\left(\frac{F}{f}\right)$  aus Gleichung (21) und finden dafür:

$$\left(\frac{F}{f}\right) = \left( \frac{8,82}{\alpha} + P^{0,29} - 2,95 \right) \frac{L}{l} \times \frac{1,46}{P}; \dots (23a)$$

setzt man jetzt diesen Werth in Gleichung (23) mit Rücksicht auf  $\left(\frac{L}{l}\right) = 3$ , so ergibt sich:

fähr wie ein Gebläse, was durch eine Dampfmaschine betrieben wird.

Die guten Dampfmaschinen-Systeme können mit 4 Pfd. Coaks durchschnittlich pr. Pferd und Stunde ankommen; daraus würde folgen, dass die effective Leistung von einem Pfd. Coaks pr. Stunde  $\frac{3600}{4} = 900$  Pferdekkräfte beträgt; verlangt man nun, dass unsere Anordnung auch wenigstens denselben Effect geben soll, so müsste der Effectcoeff.  $\varphi >$  als 60% sein.

Gewöhnliche Dampfmaschinenanordnungen geben jedoch bloss einen Wirkungsgrad von 0,35 bis 0,40 und besonders die kleinsten Anordnungen noch weniger; würde man mit  $\alpha$  unter 2 herabgehen können, so würde sich nach Gleichung (24 b) der Wirkungsgrad allerdings verbessern, doch selbst in dem jedenfalls nicht erreichbaren Falle, wo, nebenbei gesagt, auch wieder die Temperatur schon eine Grösse erreichen würde von fast der doppelten Höhe, also durch ein grösseres  $k$  moderirt werden müsste, wo man  $\alpha = 1$  hätte, müsste der Wirkungsgrad  $\varphi > 35,5$  sein, was der gewöhnlichen Dampfmaschine gleich käme; aber leider keinesfalls realisirbar ist.

Bestimmen wir nun das Maximum der Leistung nach der herrschenden Pressung; differentirt man Gleichung (24) nach  $P$ , so folgt, nach ein paar kleinen Transformationen:

$$\frac{P^2 dL}{dP} = [(615 \varphi - 940 \alpha) P + 1700 \alpha] P^{0,29} + 21400 - 7120 \alpha \dots (25)$$

und diesen Ausdruck = 0 setzend erhalten wir folgende Bedingungs-  
gleichung für das Max. der Leistung, zur Bestimmung  
von  $P$ :

$$P = \frac{1700}{940 - 615 \frac{\varphi}{\alpha}} + \frac{\frac{21400}{\alpha} - 7120}{940 - 615 \frac{\varphi}{\alpha}} \times \frac{1}{P^{0.25}} \quad \dots (26)$$

worin vermöge der Bedeutung von  $\varphi$  und  $\alpha$  alle Glieder positiv  
sind.

Aus dieser Gleichung folgt zunächst:

$$P > \frac{1700}{940 - 615 \frac{\varphi}{\alpha}} \quad \dots (27)$$

und da  $P$  nie  $< 1$  sein kann, folglich:  $P^{0.25} > 1$  stets sein muss,  
so folgt auch:

$$P < \frac{1700 + \frac{21400}{\alpha} - 7120}{940 - 615 \left( \frac{\varphi}{\alpha} \right)} \quad \dots (28)$$

Um einen besseren Ueberblick zu erhalten, setzen wir nun im  
Mittel den nicht sehr maassgebenden Factor

$$\left( \frac{\varphi}{\alpha} \right) = \left( \frac{0.5}{2} \right) = 0.25, \text{ so resultirt statt (26):}$$

$$P = 2.16 + \frac{\frac{27}{\alpha} - 9.1}{P^{0.25}} \quad \dots (29)$$

Für  $\alpha = 3$  wäre also die Pressung 2,16 Atm., weil dann der Zähler  
von dem Gliede, wo die Bruchpotenz von  $P$  vorkommt = 0  
wird; wir bestimmen jedoch das Maximum der Pressung für  
unseren normalen Fall  $\alpha = 2$  und bemerken einfach, dass Formel  
(29) lehrt, dass die Maximalpressung für den günstigsten Effect  
um so kleiner sei, je grösser  $\alpha$  ist; ja für  $\alpha = 3.82$  würde  
diese für die Leistung günstigste Pressung bloss noch 1 Atm.  
abs. betragen, also wäre dort ein Effect gar nicht denkbar;  
was sich indessen auch auf andere Weise bestätigen wird.

Für den gleich oben angedeuteten Fall erhalten wir unsere  
Gleichung zur Bestimmung von  $P$  in der Gestalt:

$$P = 2.16 + \frac{4.55}{P^{0.25}} \quad \dots (30)$$

und diese transcendente Gleichung löst man einfach dadurch,  
dass man statt derselben die andere Form:

$$y = 2.16 + \frac{4.55}{P^{0.25}}$$

substituiert, und die Werthe von  $y$  für verschiedene Werthe  
von  $P$  berechnet, was man in eine Tabelle bringen oder graphisch  
auftragen kann; jener Werth, wo  $y =$  dem angenommenen  $P$   
wird, ist offenbar die Wurzel unserer transcendenten Gleichung  
und zugleich unser günstigster Pressungswerth.

Man erhält also folgende Tabelle:

für $P = 1$ ist $P^{0.25} = 1$	$y = 6.17$
" = 2 " " = 1.205	" = 5.93
" = 3 " " = 1.375	" = 5.46
" = 4 " " = 1.53	" = 5.25
" = 5 " " = 1.60	" = 5.00
" = 6 " " = 1.69	" = 4.86

und sieht daraus, dass für  $P = 5$  unsere vorteilhafteste  
Spannung erreicht sei, und dass wir unsern Effect durch An-

nahme von dreifacher Expansion, unter diesen Umständen so  
günstig wie möglich annehmen, und dass unsere nothwendigen  
Wirkungsgrade, welche wir unter (24 b) bestimmten, sich oben-  
drein noch auf den günstigsten Fall der Pressung zugleich be-  
ziehen.

Nachdem wir aber einen so hohen Wirkungsgrad unter  
gar keiner Bedingung erwarten können, da die Maschine unter  
ungünstigeren Verhältnissen (obwohl in derselben Art und  
Weise) arbeitet, wie die Dampfmaschinen, so sind wir zu dem  
Ausspruche berechtigt, dass diese Maschinen nicht gehen werden,  
und nie gegangen sein können. Diese Theorie liefert ferner den  
Beweis, dass sich der Natur nichts abtrotzen lässt; denn  
gerade der Fall bei der Dampfmaschine, dass das gespeiste  
Wasser ein relativ so kleines Volumen einnimmt, ist es eben,  
dass es verwendbar ist, obwohl man so viel an latenter Wärme  
dadurch preisgeben muss; eben der Umstand, dass der Ueber-  
gang des Wassers in Dampf keine weiteren Reibungsschwierig-  
keiten verursacht, sondern einfach seine 650 Cal. consumirt,  
um seine Leistungsfähigkeit zu erhalten, ist es, der eine realisir-  
bare Leistung bei der Dampfmaschine bedingt, da sogenannte  
latente Wärme und solche, welche Leistung im Cylinder hervor-  
bringt, vom Kessel in einem constanten Verhältniss aufgenommen  
wird, und sonach durch Steigerung an aufgenommener Wärme  
auch eine Steigerung des Effectes folgen muss, was bei den  
Heissluft-Maschinen also nicht der Fall ist, indem man, von der  
Methode der Verbrennung abhängig, nicht sagen kann: Diese  
Anzahl Cal. werden jetzt nutzbar.

Geht man mit der Expansion höher hinauf, so findet man,  
dass sich der Effect nur verschlechtert; und dass daher in  
Wahrheit, wo man seine günstigen Bedingungen nicht so stricte  
befolgen kann, die Wirkungsgrade noch weit höher sein müss-  
ten, um einen Effect zu realisiren.

Jedenfalls ist der Einfluss, den  $\alpha$  auf Pressung und Lei-  
stung ausübt, sehr bemerkenswerth, weil er so ausserordentlich  
ausgiebig einwirkt; nicht nur auf die absolute Leistung pro  
Secunde einer bestimmten Maschinenanordnung, sondern auch  
auf die Leistung von einem Pfd. Brennstoff; aus letzterem  
Grunde eignet sich  $\alpha$  nicht zur Regulirung der Kraft, sondern  
man wird bestrebt sein  $\alpha$  so zu stellen, dass es constant ist,  
was wegen der steten Veränderung der Brennstoffschichte  
indessen nicht geringe Schwierigkeiten bietet.

Wenn man den Werth, den wir für das Max. der Leistung  
von  $P$  fanden, in Formel (23 a) substituiert, so erhält man  
sofort:

$$\left( \frac{F}{f} \right) = \left( \frac{8.82}{\alpha} - 1.35 \right) \times 0.875,$$

und da die Dimensionen für den Fall bestimmt werden müssen,  
wo eine vollständige Verbrennung stattfindet, also  $\alpha = 2$   
gesetzt werden muss, so ergibt sich:

$$\left( \frac{F}{f} \right) = 3.07 \times 0.875 = 2.67. \quad \dots (31)$$

und nun liefert Formel (21) den Werth von  $P$ , mit Hülfe  
dieses normalen Werthes für eine bestimmte Maschinenanord-  
nung, wie folgt:

$$P = \frac{14.2}{\alpha} - 4.8 + \underbrace{1.62 P^{0.25}}_C$$

welche sich wie erklärlich auf den günstigsten Fall der Anordnung bezieht. Der letzte Theil vorstehender Gleichung, welcher dieselbe transcendent macht, schwankt zwischen  $C=1,6$  für  $P=1$  Atm. und zwischen  $C=2,852$  für  $P=5$  Atm. Die Formel (30) bezog sich nun auf das Max. des Effectes, und es waren die Dimensionen noch nicht bestimmt; da wir aber nun die vortheilhaftesten Dimensionen von  $\left(\frac{F}{f}\right)$  vermöge Formel (31) bestimmt haben, so justiren wir die letzte Gleichung, als von  $\alpha$  allein abhängig, und setzen, um die Transcendenz zu vermeiden, den Mittelwerth von beiden oben angegebenen Werthen von  $C$ , also:

$$C = \frac{1,6 + 2,852}{2} = 2,09$$

und erhalten

$$P = \frac{14,2}{\alpha} - 2,71 \dots \dots \dots (32)$$

woraus man den Einfluss entnimmt, den  $\alpha$  für eine bestimmte Maschinenanordnung auf die Pressung übt.

In unserer Leistungsformel (23) können und wollen wir den Einfluss für  $P^{0.10}$  nicht aufgeben, und wir suchen deshalb einen Näherungswerth dafür mit Hilfe unserer früheren Tabelle, und finden, dass in dem Interwall von  $P=2$  bis  $P=4$  ohne erheblichen Fehler eine gerade Linie ihn ersetzen könne, deren Gleichung ist:

$$P^{0.10} = 0,9 + 0,153 P \dots \dots \dots (33)$$

darein führen wir jetzt den Werth von  $P$  aus (32), und erhalten

$$P^{0.10} = \frac{2,17}{\alpha} + 0,485,$$

welcher Werth nur von  $\alpha$  allein abhängt, was wir bezweckt haben, und der jetzt ganz geeignet ist in unsere Leistungsformel (23) eingeführt zu werden.

Wir führen das aus, und berücksichtigen noch, dass wir  $\left(\frac{F}{f}\right) = 2,67$  fanden und erhalten also statt (23):

$$L = \varphi \alpha \left( \frac{23300}{\alpha} - 5250 \right) \dots \dots \dots (\text{Masch.})$$

$$- \alpha \left( \frac{7060}{\alpha} - 1070 \right) \dots \dots \dots (\text{Pumpe})$$

$$- \alpha 950 \dots \dots \dots (\text{Gegendr.})$$

worin wir wie früher noch deutlich unterscheiden, welche Leistungen auf Maschine, Pumpe und Gegendruck entfallen; gibt man diese Uebersicht auf, so resultirt:

$$L = (\varphi 23300 - 7060) - \alpha (\varphi 5250 - 120) \dots (35)$$

Diese Formel bezieht sich auf unsere günstigste Anordnung, ist auch keineswegs scharf, da sie durch bedeutende Kürzungen entstanden ist; aber immerhin geeignet, uns Aufschluss über die Einwirkung von  $\varphi$  und  $\alpha$  für diesen Fall zu geben. Man findet für die Annahme  $\alpha=2$  und  $L=900$  Pferde wie früher:

$$\varphi = 61\%.$$

Bestimmt man die Aenderung der Leistung nach  $\alpha$  so ist nach Differentiation

$$\frac{dL}{d\alpha} = (\varphi 5250 - 120) \dots \dots \dots (36)$$

und für

$$\varphi = 61\%, \frac{dL}{d\alpha} = 3060.$$

ein Werth, der 4mal so gross ist, wie die ganze von uns vorausgesetzte Leistung; und eine solche Aenderung von  $\alpha=2$  auf  $\alpha=3$  kann während des Betriebes sehr leicht eintreten; folglich würde die Maschine dadurch sofort zum Stehen kommen; und wenn solche Maschinen vermöge eines so hohen Wirkungsgrades, z. B. beim Anlassen, wirklich zum Gehen gekommen wären, so würde man daran scheitern, dass man sie nicht in normalem Gange erhalten könnte, wegen zu kolossaler Empfindlichkeit gegen den Lufttransport; denn auch schon aus Formel (35) folgt, dass, selbst den kolossalen Wirkungsgrad  $\varphi = 61\%$  vorausgesetzt, die Leistung  $= 0$  würde für

$$\alpha = \frac{\varphi \times 23300 - 7060}{\varphi 5250 - 120} \dots \dots \dots (37)$$

und  $\varphi$  eingesetzt für  $\alpha = 2,34$ .

Man entnimmt daraus, dass es äusserst wichtig ist den Lufttransport zu fixiren, was aber jedenfalls seine bedeutenden Schwierigkeiten hat, da man nicht immer dabei stehen kann, um die Dicke der Kohlschichte zu reguliren. Das Fixiren von  $\alpha$  scheint auch schon aus dem Grunde geboten, da man mit jeder Aenderung von  $\alpha$  bei gleicher Stellung der Wasserinjection, also bei gleichem  $k$  stets andere Temp. erhält, welche man mittels Gleichung (11) leicht berechnen kann. Man würde finden, dass für die Adjustirung der Maschine für

$$\alpha = 2 \text{ und } t_x = 500^\circ$$

$$\text{bei } \alpha = 3 \text{ } t_x \text{ bloss noch } 96^\circ \text{ und}$$

$$, \alpha = 1 \text{ } t_x \text{ schon } 1710^\circ \text{ wäre,}$$

obwohl letzteres nicht zu besorgen ist, da es keine so vollständige Verbrennung geben kann.

Eine Regulirung eines Regulators auf einen Hahn oder ein Ventil, um Verbrennungsluft und Mischluft zu vertheilen, ist daher unzulässig und eine solche Aenderung der Leistung pro Secunde hätte höchstens den Erfolg, dass man bei geringerer Leistung noch mehr Kohle brauchen würde, als bei der vollen; nicht pr. Pferd, sondern absolut. Eine Regulirung dieser Kraft kann folglich auch nur durch eine Drosselklappe geschehen. Aus folgendem ersieht man noch deutlicher, welchen Erfolg das sogenannte todte Mittransportiren von Luft hat, wenn man beachtet, dass die Leistung pro Secunde  $\mathfrak{A}$  zu jener pro Pfd. Brennmaterial  $L$  in dem Verhältniss steht

$$\mathfrak{A} = \left( \frac{K \times L}{\alpha} \right) \dots \dots \dots (38)$$

worin  $K$  eine Constante bedeutet und  $\alpha$  im Nenner erscheint, weil die Leistung pro Secunde um so kleiner sein wird, je mehr man Luft für 1 Pfund Brennmaterial, bei gleicher Tourenanzahl transportirt. Setzt man aus (35)  $L$  ein, so findet man:

$$\frac{\mathfrak{A}}{K} = \frac{\varphi 23300 - 7060}{\alpha} - \varphi (5250 + 120)$$

und daraus die Aenderung nach  $\alpha$ :

$$\frac{1}{K} \frac{d\mathfrak{A}}{d\alpha} = - \left( \frac{\varphi 23300 - 7060}{\alpha^2} \right) \dots \dots (39)$$

Der Werth von  $K$  folgt so:

$$\mathfrak{A} = n L \dots \dots \dots (40)$$

wo  $n$  Pfd. Coaks pr. Sec. daher aus (38) und (40)  $K = n\alpha$  und wenn man also einsetzt:

$$\varphi = 0,61$$

$$\alpha = 2 \text{ und folglich}$$

$$K = 2 n;$$



so ergibt sich:

$$\frac{d\mathfrak{A}}{d\alpha} = -3070 \times n,$$

also eine Aenderung, die mehr als 3mal so gross ist, als die gesammte Leistung von  $n$  Pfund Brennstoff. Zum Ueberblick wollen wir noch constatiren, wie die Pressung nach  $\alpha$  sinkt. Man findet aus Formel (32):

$$\frac{dP}{d\alpha} = -\frac{14,2}{\alpha^2} \quad (41)$$

woraus man, da der Bedeutung nach  $K$  constant ist, mit Formel (39) vergleichend sieht, dass die Arbeit pro Secunde ganz genau mit der Pressung, die herrscht, steigt und fällt; überhaupt dass die Pressung ein Maassstab für die eben geleistete Arbeit sei.

Es wäre sehr leicht, die Dimensionen solcher Maschinen zu berechnen; ist  $C$  die Kolbengeschwindigkeit pr. Secunde in Fuss,  $f$  die Fläche der Luftpumpe in  $\square'$  und  $t$  die Zeit in Secunden, in welcher 1 Pfund Coaks verbrennt; so muss bei einfacher Wirkung folgende Gleichung existiren:

$$\frac{t}{2} \times C \times f = \alpha \times 130; \quad (42)$$

andererseits wissen wir, dass die Leistung  $L$  in  $t$  Secunden von der normalen Leistung der Maschine aufgezehrt werden muss, also:

$$t\mathfrak{A} = L \quad (43)$$

Eliminirt man nun aus Gleichung (42) und (43) die Hülfsgrösse  $t$ , so ergibt sich:

$$f = \frac{\alpha}{C} \times \left(\frac{\mathfrak{A}}{L}\right) \times 2 \times 130 \quad (44)$$

Man hat also die Fläche der Luftpumpe bestimmt, und findet den Treibecylinder aus dem bereits ausgemittelten Verhältniss  $\left(\frac{F}{f}\right)$  und nach dem für den Wirkungsgrad angenommenen

$L$  und dem darin befindlichen Exp.-Grad  $\left(\frac{L}{t}\right)$ .

$\left(\frac{F}{f}\right)$  folgt aus Gleichung (31) für das Max. der Leistung, die normale Pressung bestimmt man aus (21).

Rückblick. Der grösste Vortheil für die Praxis besteht bei der Dampfmaschine und dem Kessel darin, dass die Leistungen sehr constant sind, womit wir sagen wollen, dass dieselben bei Belastungs- und Pressungsveränderungen nicht mit Riesenschritten dem Stillstand zulaufen, und aus dem Grunde ihre Wartung sehr einfach ist, indem man Zeit hat, inzwischen wieder nachzuhelfen.

Diese Constanz der Bewegung rührt aber hauptsächlich von einer hinlänglichen Wassermasse im Kessel her, welche in dieser Hinsicht, wenn man sich des Ausdrucks bedienen darf, als ein sehr ausgiebiges Schwungrad wirkt; hat man z. B. ein Dampfvolument von  $\alpha$ mal dem Raume, welchen der Kolben pro Secunde beschreibt, und eine Wassermasse von  $b$ mal diesem Volum; beträgt die Kolbenfläche  $F \square'$ , so ist dieser Raum, wenn  $C$  die Kolbengeschwindigkeit ist:

von Dampf  $\alpha \times FC$  und

„ Wasser  $b \times FC$ .

Sinkt nun in Folge der Spannungsverminderung, durch grösseren Dampfconsum, die Temperatur z. B. um  $t^\circ$  Cels., so

wird unsere Wassermasse in Folge der freiwerdenden Temp.  $\alpha$  Pfd. Dampf bilden und zwar lässt sich dieses Quantum aus folgendem Ansatz erheben:

$$\alpha \times 650 \text{ Cal.} = 6 \times F \times C \times 56,6 t$$

und hat ein Pfd. Dampf das Volumen  $v$  in Cub.-Fussen, so hat man durch diese Temp.-Aenderung ein Vol. im Verhältniss zu  $F \times C$  erhalten von  $m$ mal dem vom Kolben pro Secunde bestrichenen Raum; und zwar:

$$m = \frac{V}{FC} = v \times b \times \frac{t \times 56,6}{650}; \quad (45)$$

beim Sinken von 4 auf 3 Atm. abs. ist  $t = 10^\circ$  Cels. und  $v = 10,946$  Cub.', daher  $m = 9,5 b$ , also das durch Herabgehen der Temp. gewonnene Volumen an Dampf  $9\frac{1}{2}$ mal so gross, als der Wasserraum; woraus man auch schliessen kann, dass es günstig für den normalen Betrieb ist, ein bedeutendes Wasserquantum im Kessel zu haben; obwohl dadurch gerade besonders der Kessel mit Rücksicht auf seine grosse ihm innewohnende Arbeitskraft, bei eventuellen Explosionen um so gefährlicher wird.

Hatten wir z. B. einen Dampfraum von  $\alpha = 20$  und einen Wasserraum von  $b = 40$ , so wird unser  $m = 380$  werden, so dass, wenn gerade die Ziffern der Anzahl Cylinderfüllungen entsprechen, und man am Ende folglich ebenfalls noch 20 Cylinderfüllungen haben muss, effectiv 380 Cylinderfüllungen zum Verbrauch gelangen können, welche vermöge der hier angenommenen Voraussetzung einer Arbeitsdauer von 380 Secunden oder  $6\frac{1}{4}$  Min. entsprechen und das ist ein hinlänglich grosser Zeitraum, um Correctionen im Betriebe auszuführen; beim Vorhandensein eines guten Drosselventilregulators würde man diese Aenderung der Kraftäusserung an den Arbeitsmaschinen gar nicht einmal bemerken.

Gerade dieses Verhältniss ist ein Hauptvortheil der Dampfmaschinenanordnungen und wird sie das Feld der Praxis noch lange beherrschen lassen.

Diese Heissluftmaschinen haben also keine Zukunft zu erwarten, da es niemals möglich sein kann, solch hohe Wirkungsgrade zu erzielen, wie wir sie berechnet haben; im günstigsten Falle könnten wir doch nur solche erwarten, wie sie die Dampfmaschinenpraxis ergeben hat, und mit solchen haben wir gefunden, dass der Effect unter allen Umständen ein negativer sei. Die Dampfmaschine lässt sich leicht für grössere und kleinere Kräfte augenblicklich anpassen, denn es wird durch geringeren Consum an Dampf sich nur die Pressung steigern, und durch grösseren Consum wird sie sinken.

Anders ist das bei den hier betrachteten Maschinen; ihre Regulirung für den jeweiligen Effect ist eben gar nicht anders möglich als durch Variation der todten Luftmasse, nämlich jener die mitgehen muss, um die Verbrennung vollständig zu bewirken, oder im grösseren Ueberschusse durchgeführt wird, weil sonst die Tourenanzahl geändert werden müsste, was man offenbar nicht kann. Dieser Satz ist sehr wichtig, weil wir bewiesen haben, dass jede Aenderung im Lufttransport  $\alpha$  ungeheuer auf die Leistung pr. Pfd. Coaks einwirkt. Diese Maschinen müssten also auf ihre höchste Leistung construiert werden, und eine Aenderung in ihrer Leistung bei constanter Tourenanzahl, was gefordert werden muss, ist nicht anders denkbar, als durch



mehr todten Lufttransport, da nämlich jede Secunde die gleiche Luftmenge zugepumpt wird; es kann also dann sehr leicht der Fall eintreten, dass man bei geringerer Leistung mehr Brennmaterial verbrauchen würde, als bei der Maximalleistung nicht pro Pferd, sondern nach unseren Werthen von  $L$  absolut.

Dieses Verhalten, was sehr wichtig ist, macht zunächst klar, dass es kaum dankbar wäre, eine solche Maschine in Betrieb zu erhalten, selbst wenn sich der nöthige Wirkungsgrad  $\varphi$  ergeben würde, was nicht der Fall ist; und wir glauben uns berechtigt, wenn wir schliesslich sagen: In der Gestalt und Wirkungsweise sind geschlossene calorische Maschinen als Motoren unbrauchbar, und es ist unmöglich, auch nur leer gehend eine solche in constantem Gang zu erhalten (Anlassen ist möglich, da man da eine bedeutende Pressung künstlich herbeiführen kann), und wir behaupten ferner, dass trotz der verschiedensten Zeitungsnotizen keine derselben je in Betrieb gewesen sei.

## Electromagnetische Bremsvorrichtung

von August Achard.

(Mit Zeichnungen auf Bl. Nr. 14.)

Die kaum vierzig Jahre bestehenden Locomotiv-Eisenbahnen sind heute in allen civilisirten Ländern das Haupttransportmittel, sowohl für Personen als auch für Waaren.

Das Publikum kümmert sich daher mit Recht um die, in dieses Fach der Technik schlagenden Verbesserungen und Erfindungen, worunter diejenigen, welche auf Sicherheit der Fahrt hinarbeiten, offenbar die erste Berücksichtigung verdienen.

Unter die Sicherheitsvorrichtungen für die Fahrten auf Eisenbahnen gehören nun auch gut und solid construirte und schnell und sicher wirkende Bremsen oder Hemmvorrichtungen. Eine grosse Anzahl von mechanischen Apparaten ist dafür in Vorschlag gebracht worden, und die wenig verwendbaren hatten einen mittelmässigen und nicht unbestrittenen Erfolg.

Eine vollkommene Construction einer Bremsvorrichtung ist erst dann erreicht, wenn irgend eine Person auf dem dahineilenden Zuge die Bremse ohne Zeitverlust und ohne Kraftaufwand kräftig wirken lassen kann. In der Zeit der Gefahr ist bei der grossen Schnelligkeit des Zuges schon eine Secunde Zeit mehr oder weniger ein ungeheurer Gewinn oder Verlust.

Dieses Ziel hatte Herr Ingenieur Achard vor Augen, und hat das Problem auch nahezu gelöst, so dass die Akademie der Wissenschaften in Paris sich bewogen fand, ihm den Preis von Montyon von 2500 Franken zuzuerkennen. Diese Zeilen haben nicht den Zweck, die in Frankreich und Belgien angestellten Versuche anzuführen, da in neuester Zeit auch österreichische Ingenieure auf einheimischen Bahnen die neue electromagnetische Bremsvorrichtung selbst untersucht und erprobt haben, und die Veröffentlichung der gewonnenen Resultate wohl nur denjenigen zu überlassen ist, welche mit wahrer Sachkenntniss diesen speciellen Theil des Eisenbahnwesens zu behandeln verstehen. Es soll hier nur die neue electromagnetische Bremsvorrichtung in Bild und Beschreibung vorgeführt

werden, unbeschadet, ob selbe sich wirklich in der Praxis so vollkommen bewähren wird, als von vielen Seiten gehofft wird.

Das wesentliche Princip der Anwendung der electromagnetischen Bremsvorrichtung an den Eisenbahnwagen besteht darin, sich der bei der Umdrehung der Wagenräder sich entwickelnden Kraft zu bedienen, theils um diese zum Hemmen und Aushemmen, theils zur Hervorbringung der Warnungssignale zu benutzen.

Fig. 1 u. 2. (Bl. Nr. 14) gibt die Seitenansicht und den Grundriss des electromagnetischen Bremsapparats.

Die Uebertragung der, bei der Umdrehung der Räder entwickelten Kraft auf den jetzt gebrauchten grossen Hebel der Bremsenwelle ist durch eine excentrische Scheibe  $B$ , die auf eine der Achsen befestigt ist, durch einen Hebel  $C$  auf dem Gestelle schwingt, und mittelst einer Feder  $H$  auf die excentrische Scheibe  $B$  gedrückt wird, bewirkt. Während der Umdrehung der Räder theilt diese Scheibe  $B$  dem Hebel  $C$  eine auf- und abgehende Bewegung mit. Der Hebel  $C$  trägt einen Sperrkegel, welcher in das Sperrrad  $F$  greift. Das Sperrrad  $F$  sitzt auf der Welle  $M$  fest. Auf der Welle  $M$  sitzt ein mit Magneten versehener Cylinder  $N$ , bestehend aus kreisförmigen und horizontalen electrischen Bobinen.

Auf beiden Seiten des Electromagnets sind die gusseisernen Muffe  $OO$  befestigt, welche durch die Scheiben 1 1. aus weichem Eisen, mit den Polen des Electromagnets verbunden sind.

Diese beiden Muffe dienen auch als Aufwindwalzen für die dreieidige Kette 4.

Beim Aufwinden der Kette 4 hebt sich der Hebel 2, der seinen Stützpunkt an der Querwelle 3 hat, und wirkt auf die Hemmschuhe 5.

Im normalen Zustande sind alle Theile schwebend gehalten und zwar durch die Wirkung eines am Gestelle befestigten Electromagnets  $K$  mit vier Polen und einer gleitenden Gelenkstange  $J$ , so dass sich die excentrische Scheibe  $B$  drehen kann, ohne den Hebel  $C$  zu berühren.

### Die Hemmung.

Die electrischen Drähte, welche auf den magnetischen Cylinder  $N$ , die Muffe  $OO$ , und den Electromagnet  $K$  wirken, sind durch Kautschuck isolirt, und gehen nach dem Tender, wo ein Commutator angebracht ist. Will der Maschinist bremsen, so bewegt er eine kleine Handhabe des Commutators seitwärts. Durch diese Bewegung wird die electrische Strömung unterbrochen, der Hebel  $C$  fällt sonach auf die Excentrische Scheibe  $B$  und durch die auf- und absteigende Bewegung des Sperrkegels wird dem Sperrrade eine rotirende Bewegung ertheilt. Das Sperrrad, welches auf der Welle  $M$  fest sitzt, auf welcher sich auch die Muffe  $OO$  befinden, windet sonach die Kette 4 auf, hebt den Hebel 2, und drückt durch diesen Mechanismus die Hemmschuhe an die Wagenräder.

Soll keine vollständige Hemmung stattfinden, sondern nur ein gewisser Druck auf die Tyres ausgeübt werden, so genügt es, den Strom durch den Electromagnet  $K$  nach seiner Unterbrechung wieder herzustellen, und ihn in dem magnetischen Cylinder  $N$  circuliren zu lassen.

Um die Bremse wieder ganz ausser Wirksamkeit zu setzen, bewegt man die obenerwähnte Handhabe des Commutators

in seine frühere Stellung zurück; der Strom in dem magnetischen Cylinder *N* wird dann unterbrochen, die Anziehungskraft lässt nach, die Muffe *O O* werden frei und die Kette 4 entwickelt sich; die Hemmschuhe 5 entfernen sich folglich von den Tyres, damit sich das Rad wieder frei bewegen kann.

Jos. Escha.

## Ueber Anwendung der Drainage bei Strassen.

Mitgetheilt von Prof. Gabriely in Graz.

(Mit Zeichnungen auf Bl. Nr. 15.)

Die unmittelbare Veranlassung zu diesem Aufsätze gab mir das Heft 6 — 10 des Jahrganges 1865 der von Erbkam redigirten Berliner Zeitschrift für Bauwesen. In diesem Hefte heisst es nämlich, dass Hr. Röder bei einer Versammlung des Berliner Architekten-Vereins, welche am 28. Jänner d. J. abgehalten wurde, über die Zweckmässigkeit der Drainage bei Chausseen gesprochen. Der Inhalt dieses Vortrages jedoch ist nicht einmal auszugsweise mitgetheilt. Da ich selbst seit einer Reihe von Jahren den in Rede stehenden Gegenstand aufmerksam verfolge, da ich ferner in der Lage bin, über die bereits geraume Zeit in Oesterreich ausgeführten Drainagen bei Strassen gemachte Erfahrungen aufzählen zu können, so dürfte es für manchen Fachmann nicht uninteressant sein, das Nähere über den Bauvorgang und die Kosten derartiger Drainirungen zu erfahren.

Vor Allem sei bemerkt, dass die Anwendung der Drainage mit gewöhnlichen, aus gebranntem Thon gefertigten sogenannten Drainageröhren, sich ganz besonders für Strassen eignet, welche auf quelligem Untergrunde liegen; auch kann man Strassen, die von Durchbrüchen heimgesucht werden, mittelst einer rationell durchgeführten Drainage so reconstruiren, dass diese nie mehr eintreten können.

Vor mehr als 4 Jahren wurde über Einschreiten eines in Galizien befindlichen Baubeamten, dessen Namen ich übrigens nicht kenne —, zufolge h. Statthaltereie-Erlasses dd. 20. Juli 1861 Zahl 38244 versuchsweise die Trockenlegung des  $\frac{9}{100}$  des  $\frac{1}{4}$  der 2. Meile an der Karpathen Hauptstrasse mittelst Drainröhren angeordnet.

Nachdem im Frühjahr 1861 die Durchbrüche an einigen Stellen mit ungewöhnlicher Heftigkeit auftraten, so führte der k. k. Strassenbaubezirk Saybusch die Drainirung nach der unten beschriebenen Weise alsbald aus, wählte jedoch aus dem angegebenen Grunde anstatt das  $\frac{9}{100}$  des  $\frac{1}{4}$  der 2. Meile, das  $\frac{1}{100}$  des  $\frac{1}{4}$  derselben Meile, dann, wie ursprünglich angetragen war, das  $\frac{10}{100}$  des  $\frac{1}{4}$  der 2. Meile als Versuchsstrecken.

### Beschreibung des angewandten Bauvorganges.

Zuerst wurden 11 Stück Drainröhren, jede  $\frac{5}{4}$ “ weit, 6“ 4“ und 4“ lang (siehe Bl. Nr. 15), unter einem Winkel von 45 Graden gegen die Strassenaxe geneigt, nach der Strassenbreite 4' bis 4' 6“ tief gezogen. Da aber diese Arbeiten wegen des lebhaften Verkehrs auf der Strasse sehr langwierig und kostspielig zu werden drohten, überdiess die Passage er-

schwerten — so entschloss man sich alsbald ein anderes System durchzuführen.

Man legte nämlich, wie auch aus der Skizze zu ersehen, die Drainröhren nach der Richtung der Strassenaxe und erreichte dadurch mehrfache Vortheile. Erstlich waren die Arbeiten selbst leichter auszuführen, ferner wurden die Kosten geringer, und endlich litt der ziemlich lebhafte Verkehr daselbst viel weniger als diess früher der Fall war.

Die Grabarbeiten so wie das Einlegen der Drains wurde unter gehöriger Aufsicht von 2 gewöhnlichen Einräumern besorgt.

Sowohl in dem gleich darauf folgenden Frühjahr, so wie auch weiter bis zum heutigen Tage kam kein Durchbruch, ja nicht einmal eine Spur eines solchen vor und man ist daher berechtigt beide Systeme als gleich brauchbar zu bezeichnen, nur wird man aus den erwähnten Gründen dem Systeme 2 entschieden den Vorzug geben müssen.

Ein von dem eben beschriebenen abweichender, ebenfalls zweckmässiger Bauvorgang wurde im Baujahre 1861 im  $\frac{1}{4}$  der zweiten Meile im  $\frac{9}{100}$  et  $\frac{10}{100}$  gleichfalls zur Behebung von Durchbrüchen angewandt.

Man benutzte nämlich (siehe Bl. Nr. 15)  $\frac{5}{4}$ “ weite 12“ lange Saug- und 2 $\frac{1}{2}$ “ weite 12“ lange Sammeldrains.

Die Saugdrains wurden 1° vom rechtseitigen Banquette entfernt, unter einem Winkel von 45 Graden, gegen den Fall geneigt, in die Sammeldrains geleitet. Diese letzteren legte man in verschiedene Tiefen nach Maassgabe des vorhandenen Gefälles und ihrer Sicherheit, sowohl wegen des Zerdrückens, als auch wegen des Einfrierens, unter die linksseitige Grabenscarpe, und gebrauchte aber noch überdiess die Vorsicht, sie möglichst tief unter dem Strassenrande einzusetzen.

Die in dem Strassenkörper anzulegenden Gräben musste man mit Anwendung der Krampe und Brechstange auf 3' vergleichene Tiefe, 12 bis 15“ oberer Breite ausheben.

Um die Sammeldrains einlegen zu können, musste man die Grabenscarpe abgraben, und nach beendeter Legung der Drains diese wieder möglichst sorgfältig mit Rasenziegel terrassiren.

Wir bemerken noch schliesslich, dass das Graben der Drains bei dieser Methode nur geübteren Arbeitern (am besten in Accord) übergeben werden darf; das Einlegen der Röhren hingegen, wobei die grösste Genauigkeit nöthig ist, kann nur im Taglohn geschehen. Arbeiter, welche schon bei Drainirungen von Feldern beschäftigt waren, sind sehr zu empfehlen.

### Erforderniss.

An  $\frac{5}{4}$ “ weiten 1' langen gebrannten Drainsaugröhren waren erforderlich:

In 38 Reihen à 5° 4' oder 34' lang,	1292
Stück oder . . . . .	215° 2' 0" Curr.-M.
Die kürzere Saugröhre beim $\frac{9}{100}$ ist lang	
3 $\frac{1}{2}$ “ oder 21' somit . . . . .	3 3 0 „ „
1. Summe der $\frac{5}{4}$ “ Saugröhren	1313 Stück
oder . . . . .	218° 5' 0 Curr.-M.

An  $2\frac{1}{2}$ " weiten 1' langen Sammelröhren:

von Punct 0 bis 7 . . . . .	68	3	0	Curr.-M.
" " 7 " 8 . . . . .	27	2	0	Curr.-M.
" " 9 " 15 . . . . .	92	3	0	Curr.-M.

2. Summe der  $2\frac{1}{2}$ " weiten Sammelröhren 188 2 0 Curr.-M.

An Grabenescarpe Abgrabung für die Sammeldrains, Belegen mit Rasenziegeln und Terrassirung:

im Ganzen . . . . .	lang 188	2	0	} 9 4 0 Cub.-M.
	vergl. hoch	0	2	
	dick	0	0	

Kosten.

218 $\frac{1}{2}$ % Curr.-Klft. Drainröhrenleitung mit  $\frac{5}{8}$ " weiten 1' langen gebrannten Saugröhren, die Drains graben, die Röhren einlegen sammt Zuschüttung à 21,5 kr. . . . . 47 fl. 5 kr.

188 $\frac{1}{2}$ % Curr.-Klft. detto detto aus  $2\frac{1}{2}$ " weiten 1' langen gebrannten Sammelröhren sonst wie oben herzustellen à 20,25 kr. . . . . 38 fl. 14 kr.

9° 4' 0" Cub.-M. reine Rasenterrassirung herzustellen, die Rasenziegeln im Strassengraben erzeugen und 200° weit zuführen à 4 fl. 77 kr. . . 46 fl. 77 kr.

Gesamtkosten 131 fl. 96 kr.

Ein im Vergleich zu dem damit bewirkten Erfolg gewiss höchst geringer Betrag.

## Das Eis.

Von Josef Pokorný.

Die Dampfkesselexplosionen und die damit verbundenen Unglücksfälle sind seit Jahren die Ursache, dass dem Studium des Wassers, des Dampfes und der Dampfkessel eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird. Die Erweiterung des Eisenbahnwesens und die dadurch hervorgerufene Vermehrung der Eisenproduction hat zur Folge gehabt, dass die concurrenden Eisenwerksbesitzer die Wirkung der Wärme — als eines der wichtigsten Agentien bei der Eisenerzeugung — genauer erforschen liessen, um die vortheilhaftesten Bedingungen für ihren Geschäftszweig zu benützen. Welche grossen Erfolge bereits hiedurch erzielt wurden, ist bekannt. Es kann aber nicht geleugnet werden, dass die niedrigen Temperatursgrade, die man im gewöhnlichen Leben Kälte nennt, und ihre Wirkungen wenig in Betracht gezogen worden sind. Es wird daher der Versuch gemacht, diesen Gegenstand sowohl in physikalischer als technischer Beziehung wieder anzuregen und die bisher beobachteten Erscheinungen hier übersichtlich darzustellen. Wenn vieles Bekannte vorkommt, so ist dieses nur des Zusammenhanges wegen aufgenommen; es wird hiefür daher keine Originalität beansprucht, obwohl der Kürze wegen die Quellen nicht angeführt sind, denen es entnommen wurde.

Am auffallendsten ist die Wirkung der Kälte beim Wasser auf unserer Erdoberfläche wahrzunehmen, und diese sammt deren Folgen werden nun hier vorzüglich in Betracht gezogen werden. Wenn hiebei von Thermometer-Graden die Rede ist, so sind darunter die hunderttheiligen gemeint.

Bekanntlich ist das süsse Wasser bei  $+4,5$  Grad am dichtesten und wird wieder verdünnt oder leichter, wenn dessen Temperatur abnimmt. Bei 0 Grad beginnt es in einen festen

Zustand überzugehen, der sich bei weiterer Abnahme der Temperatur und der obwaltenden Verhältnisse auch wieder ändert. Es kommt desshalb das starr gewordene Wasser auch unter verschiedenen Namen vor, und zwar als Eis, Schnee, Reif, Kraupen, Hagel (Schlossen), Firner.

Beinahe  $\frac{1}{23}$  der Erdoberfläche ist im Winter an den Polen

mit Eis bedeckt, und zwar am Nordpol bei 95000 und am Südpol bei 310000 Quadratmeilen, weil die südliche Erdhälfte durchschnittlich kühler ist als die nördliche. Im Sommer sind am Nordpol bei 12000 und am Südpol bei 95000 Quadratmeilen Eis vorhanden, weil in dieser Jahreszeit aus den Polar-meeren eine Menge Eisfelder in entfernte Gegenden getrieben werden, die für die Nordpolfahrer bisher so gefährlich waren. Wenn solche Eisfelder im Norden bis nach Grönland gelangen und daselbst aufthauen, so geben die Bewohner dieser Insel ihre Ernte verloren, weil die feuchten Nebel, die dann entstehen, nichts zur Reife kommen lassen.

Das Polareis kann nicht über 1000 Fuss an Dicke erreichen, weil die innere Erdwärme die weitere Eisbildung nicht mehr gestattet. Es ist bisher nicht bekannt geworden, dass sich das feste Polareis von seiner Stelle verrückt hätte und es wird daher angenommen, dass es nicht auf einer flüssigen, sondern auf einer festen Unterlage ruhe, das ist mit den festen Theilen der Erde zusammenhängt oder auf dieselbe gelagert ist. Diess hat auch auf die Vermuthung weiterer nördlicher und südlicher Continente geführt, zu deren Entdeckung wiederholte Reisen unternommen wurden.

In den Polargegenden regnet es niemals, sondern der atmosphärische Niederschlag ist stets Schnee. Die dort vorhandenen Eisberge müssten unter solchen Verhältnissen beständig wachsen, wenn nicht die enorme Verdunstung, die dort stattfindet, die gefallenen porösen Schneemassen wieder in Dampf verwandeln würde.

Die Eisregion reicht in der südlichen Hemisphäre im Winter bis zum 60, in der nördlichen bis zum 70.; im Sommer südlich bis zum 70. und nördlich bis zum 80 Breitengrade; — doch scheint es, dass sie rings um die Pole nicht gleich weit verbreitet ist, wenigstens deuten die bisher erforschten Isothermen darauf hin. Das Polareis würde sich wahrscheinlich weiter ausdehnen, wenn nicht die Strömungen des Meeres, die aus wärmeren Gegenden kommen, auch das Wasser in der Nähe der Pole erwärmen und hiedurch die Eisbildung, die im Wasser des Oceans des Salzgehalts wegen bereits bei  $+4$  Grad stattfindet, verhindern würde. Diese Strömungen bewirken manchmal eine solche Auflösung des Polareises, dass die Wallfischfänger in manchen Gegenden im Sommer bis zum 80. Grade der nördlichen Breite vorgedrungen sein sollen.

In der festen Erdrinde scheint sich das Eis im hohen Norden ungestört zu erhalten. Im ganzen nördlichen Sibirien thaut das Erdreich während des kurzen Sommers (52 Tage) nur bis 3 Fuss tief auf und man hat erforscht, dass daselbst im 62. Grade der nördlichen Breite die Erde mehr als 600 Fuss tief gefroren ist. Ein ähnliches Verhältniss findet aber in dem unter gleichem Breitengrade liegenden Theile Schwedens, und in dem etwas südlicher gelegenen Nordschottland nicht statt; denn hier dauert der Sommer länger und die Erde

thaut tiefer oder auch ganz auf. Daraus geht hervor, dass das Eis in der Erdkruste nicht überall gleich weit in die Continente hineinreicht oder in gleichen Entfernungen von den Polen vorkommt, und zwar desshalb, weil bei den tiefer in das Meer reichenden schmälern Erdtheilen die Temperatur durch dasselbe gemildert wird.

Während der Winterperiode bedeckt der Schnee auf dem Festlande der Erdoberfläche einen Raum, der sich vom hohen Norden allmählich südlicher bis zum 35. Grade nördlicher Breite erstreckt, in unsern Gegenden beiläufig durch 5 Monate liegen bleibt. Die meisten Binnenwässer, welche vom 45. Grade an nördlicher liegen, gefrieren dann an der Oberfläche zu und der Frost dringt zwischen dem 50. und 55. Grade bis zwei Fuss tief in die feste Erdrinde ein. Die Beobachtungen über das Eis in dieser Zone sind es nun vorzüglich, welche im Folgenden erörtert werden.

Die Zunahme des Volumens bei der Eisebildung aus süßem Wasser ist so gross, dass ein Cubikfuss Eis nur ein spezifisches Gewicht von 0,88 bis 0,92 hat. Es entstehen daher aus einem Cubikfuss Wasser 1,136 bis 1,087 Cubikfuss Eis. Die Ursache hievon ist die, dass die Eiskrystalle nicht so dicht gelagert sind, als die Moleküle des Wassers. Aus diesem Umstande lassen sich verschiedene Erscheinungen erklären.

Wenn Wasser in einem Gefässe von nicht bedeutender Fläche, welches ruhig steht, unter 4 Grad und weiter bis 0 Grad abgekühlt wird, so entsteht an der Oberfläche eine kaum merkbare Bewegung, die derjenigen ähnlich ist, welche dem Sieden vorangeht. Diese Bewegung hört auf, wenn die Oberfläche starr zu werden beginnt. Sie entsteht durch die Bildung der Eiskrystalle, indem sich die anfänglichen kleinen zarten Eistheile zu grössern sammeln, so wie durch das Eindringen der Luft in die sich ausdehnende Wassermasse, theilweise auch durch die stärkere Verdunstung an der Oberfläche. — Wird in einem durchsichtigen Gefässe die darin befindliche Wassermenge derart abgekühlt, dass deren Temperatur 0 Grad wird, so kann man in derselben stellenweise eine momentane, perlende und concentrische Zusammenziehung wahrnehmen, die wieder derjenigen Bewegung ziemlich ähnlich ist, welche bei einer Zuckerauflösung im Wasser ebenfalls an verschiedenen Stellen entsteht. An der bewegten Stelle hat sich nun ein Eiskrystall gebildet, der sich vermöge der Massen-Attraction anfangs langsam und dann mit beschleunigter Geschwindigkeit gegen die Gefässwände oder die obere bereits vorhandene Eisedecke bewegt, je nachdem er dieser oder jener näher gebildet ist. Diese Bewegung scheint ebenfalls durch die Aufnahme eines Theils der Luft aus dem sich zu Eis krystallisirenden Wasser in ersteres und durch die Aenderung des Volumens bei der Eisebildung zu entstehen. Wenn in einem solchen Gefässe die obere Eisedecke fest an den Wänden haftet und letztere ebenfalls bereits mit Eis bedeckt sind, die weitere Eisebildung im Innern des Gefässes aber schnell vor sich geht, so dass ein grosser Theil des Wassers in Eis verwandelt wird, müssen die Gefässwände springen, wenn sie nicht so fest sind, dass sie dem durch die Vermehrung des in einem begrenzten Raum eingeschlossenen Volumens entstehenden Drucke und dem weitem Bestreben der Eisebildung widerstehen können. Die Kraft des Wassers bei der jähen Eisebildung ist so gross,

dass bei einem gemachten Versuche ein Flintenlauf, der mit Wasser gefüllt war, dessen Oeffnungen fest verstopft wurden und der sodann in gesalzenen Schnee gelegt worden war, mit einem grossen Knall zersprang, als das Wasser gefror. Es werden daher auch Gefässe aus Glas, Thon oder Holz, selbst wenn letztere mit eisernen Reifen versehen sind, zerspringen, wenn sie mit Wasser gefüllt sind und dieses in ihnen schnell in Eis verwandelt wird. — Wenn man gleichwohl Gefässe findet, die ganz mit Eis ausgefüllt und nicht zersprungen sind, so kann man überzeugt sein, dass die Eisebildung nur langsam stattgefunden hat. Bei niedriger Temperatur ist nämlich die Verdunstung ebenfalls eine sehr bedeutende und man hat gefunden, dass ein Stück Eis bei — 20. Graden binnen 24 Stunden  $\frac{1}{5}$  seines Gewichts verlor. Wenn nun die Oberfläche des Wassers und die Gefässwände mit Eis bedeckt sind, so kann das Wasser nicht mehr verdunsten und es löset sich daher die äusserste Fläche des Eises in Dunst auf, wodurch das Volumen vermindert und der weitem Eisebildung Raum verschafft wird. Deshalb wird man auch oft finden, dass das in einem Gefässe ganz zu Eis gewordene Wasser einen kleinern Raum einnimmt, als letzteres früher ausfüllte.

Wenn Wasser in Felsspalten oder sonst zerklüftetes Gestein eindringt und da schnell gefriert, so können dadurch Theile des Felsens oder Steine zersprengt werden und in Folge dessen Felsstürze entstehen. Daher wird auch in manchen Fällen das Eis zum Felsensprengen angewendet. Grössere Steine werden durch das Eis verkleinert und die Trümmer im Frühjahr durch das Wasser weiter in die Flüsse und Bäche getragen, wo sie von den Hochwässern fortgetrieben werden und sich allmählich zu abgerundeten Massen, Geschieben, abschleifen, die immer kleiner werden, je weiter sie sich von ihrer ursprünglichen Lagerstätte entfernen, bis endlich nur mehr Sand vorhanden ist. Doch sind die Steine, welche durch das Eis zerstört werden, gewöhnlich nicht sehr fest, wesshalb auch die Geschiebe, insbesondere in manchen Gebirgsflüssen, sehr schnell verkleinert werden. Wenn dieselben die Grösse eines Hühnereies und darunter haben, so nennt man sie gewöhnlich Flussschotter. Dieser lagert sich in der Regel nur nach Eisgängen ab, der meiste nach starken Frösten, — seltener nach Hochwässern im Sommer oder Herbst und dann nur in geringer Menge. Für Gegenden, wo die Strassen und Eisenbahnen mit Flussschotter erhalten werden, ist daher die zerstörende Wirkung des Eises bei den Steinen an solchen Orten, wo sie sich in der Nähe der in die Niederung strömenden Gewässer befinden, nützlich. Es ist jedoch erfahrungsmässig ausser Zweifel und geht auch aus dem Vorhergehenden hervor, dass ein solcher Schotter nicht so fest ist, wie der zerschlagelte, welcher aus einem festen Stein erzeugt wird.

Bei Erdarbeiten, insbesondere bei erst neu hergestellten Böschungen in Einschnitten und an Dämmen kommen im Frühjahr die meisten Rutschungen vor, weil das Wasser im Herbst oder bei anhaltendem Thauwetter in die durch keine Grasnarbe geschützte lockere Erdmasse eindringt, da gefriert und die frühere Consistenz des Erdreichs zerstört. Beim Aufthauen rutscht dann die lose, nasse, daher schwerere Masse längst

der Böschung herab. Wenn in einen neuen, weniger festgestampften Damme die Nässe ziemlich tief eindringt und gefriert, so kann der Fall eintreten, dass dadurch der Oberbau einer Eisenbahn gehoben und beim Aufthauen aus seiner Lage verrückt wird. Bei weniger gut erhaltenen Strassen mit einem Grundbau werden hie und da die Steine desselben, wenn sie nicht frostbeständig sind, allmählich insbesondere durch das Eis zerstört und sie erfüllen dann ihren Zweck nicht mehr. Auch ein nicht unbedeutender Theil des Vorraths an Conseruations-Schotter wird durch den Frost weiter verkleinert, wenn er nicht hinreichend fest und dicht ist. Bei macadamisirten oder Schotterstrassen bemerkt man im Frühjahr, wenn der Schnee geschmolzen und die Oberfläche der Strasse schnell getrocknet ist, an Stellen, wo das Wasser im Herbste tief eingedrungen und gefroren war, zuerst nasse Flecke, dann bläht sich die Fahrbahn an dieser Stelle förmlich auf und endlich entsteht daselbst eine Grube, d. i. ein Strassendurchbruch. Das eingesickerte und im Strassenkörper zu Eis gewordene Wasser hat nämlich die Coherenz der einzelnen Theile des Oberbaues vermindert; bei der wärmern Witterung thauen dann die obern Eisschichten zuerst auf, weil die Steine und der Schotter gute Wärmeleiter sind, das hiedurch entstandene Wasser kann aber in die untern noch gefrorenen Schichten nicht einsinken, bleibt an der Oberfläche und bildet die erwähnten nassen Flecke, löset dabei den schon theilweise zerstörten Schotter weiter auf und vermehrt hiedurch das Volumen an der feuchten Stelle, was einem Aufblähen ähnlich ist. Bei gänzlicher Auflösung des Eises im Strassenkörper kann dann das Wasser von der Oberfläche wieder tiefer einsickern; dann entsteht aber an der früher nur nassen Stelle eine Grube, die mit Koth gefüllt ist, weil fast alle festen Bestandtheile der Schotterdecke erweicht sind oder doch wenigstens keine Verbindung mit einander mehr haben. Eine solche zerstörte Stelle muss stets gut ausgetrocknet und reconstruirt werden.

Ein Rohmauerwerk aus Ziegeln oder einem solchen Stein, der nicht unter allen Umständen frostbeständig ist, wird sich in einem kältern Klima an seiner Aussenseite bald abblättern, wenn die Feuchtigkeit von demselben nicht sorgfältig abgehalten wird, weil das in dieses Materiale eingedrungene und in Eis verwandelte Wasser den Zusammenhang der Theile oberflächlich löset, wesshalb dann beim Aufthauen die locker und durch die Feuchtigkeit schwerer gewordenen Stücke herabfallen.

Es kommen in kalten Gebirgsgegenden mitunter Fälle vor, dass Nadelholzstämme, die äusserlich ganz gesund aussehen, bei denen auch verschiedene Querschnitte fehlerfrei sind, im Innern dennoch Stellen enthalten, an denen die Holzmasse durch Fäulniss zerstört ist. Hie und da wird diess einer mangelhaften Entwicklung des Holzes zugeschrieben; allein meistens ist die Ursache hievon die, dass der Stamm an dieser Stelle viel Feuchtigkeit enthielt, welche im Winter durch die Kälte in Eis verwandelt und derselbe hiebei theilweise der Länge nach zersprengt wurde. Durch die entstandene Spalte kann dann Wasser oder Schnee in das Innere des Stammes eindringen. Beim Zutritt der atmosphärischen Luft und der Wärme übergeht dann die Holzmasse theilweise in

Fäulniss; häufig schliesst aber eine solche Spalte wieder allmählich und verwächst ohne Narbe, während im Innern die Fäulniss wegen Mangel der erforderlichen Menge atmosphärischer Luft nur sehr wenig oder gar nicht mehr fortschreiten kann, daher auch meistens äusserlich von einem Fehler nichts zu bemerken ist.

Obstbäume, welche in einem kältern Klima in Treibhäusern gezogen werden, tragen keine Früchte, wenn sie nicht im Herbste zuvor einen kleinen Frost überstanden haben. Es scheint also hier der Frost nothwendig zu sein, um einen Abschnitt der fortdauernden Vegetation herbeizuführen und eine neue Periode einzuleiten.

Eine wesentliche Eigenschaft des Eises ist die, dass es aus dem festen Zustande gleich in den luftförmigen, d. i. in Dampf übergeht, und zwar schneller als das Wasser, weil es poröser ist, als dieses.

Wenn die Erdoberfläche nicht mit Schnee bedeckt und bei heiterem Wetter einer anhaltenden bedeutenderen Kälte ausgesetzt ist, so entstehen an manchen — insbesondere dem Winde und der Sonne ausgesetzten Stellen — schmale Spalten, die ganz trocken sind. Der Grund hievon ist, dass die Erdfeuchtigkeit in Eis verwandelt war, dieses schnell verdunstete, wodurch sich das Volumen der Masse zwar verminderte und die Spalten entstanden, bei dem angrenzenden Erdkörper die Cohäsion aber noch so gross war, dass er nicht gelockert wurde. In andern Fällen wird die ganze Erdmasse gelockert. Diess ist in jenen Gegenden vortheilhaft, wo der Boden etwas lehmig ist und die im Herbste gestürzte Ackerkrumme fest zusammenhält, d. i. in Schleissen liegen bleibt und diese mit den Eggen nicht gelockert werden können.

Auf unbeschotterten Landwegen oder beschotterten Strassen sieht man bei anhaltender Temperatur von — 5 bis 6 Grad und darunter, wenn sie nicht mit Schnee bedeckt sind, einige Tage nach dem Eintritt des Frostes beim Wind oder schnellen Fahren häufig Staub aufwirbeln, wenn auch die Fahrbahn beim Gefrieren eine ziemliche Menge Feuchtigkeit enthielt, d. i. verkothet war. Hier ist das Eis offenbar bereits verdampft, die Oberfläche gelockert und es wird wenig oder gar kein Koth vorhanden sein, wenn wieder eine mildere Temperatur eintritt und es nicht regnet.

Ein solcher Frost, den man auch häufig einen trockenen zu nennen pflegt, ist der Vegetation sehr nachtheilig, insbesondere jenen perenirenden Pflanzen, welche keine tiefen Wurzeln treiben, weil dieselben bei Auflockerung der Erde bald ausgetrocknet werden und dann nicht mehr vegetationsfähig sind.

Bei einem frischen, unverputzten Mauerwerk wird durch einen Frost das in demselben enthaltene Wasser in Eis verwandelt und dieses verdampft dann schnell; das Mauerwerk wird daher hiedurch gut ausgetrocknet. Die Maurer sagen gewöhnlich, durch den Frost werde die Nässe aus der Mauer gezogen. Wird aber ein frisches Mauerwerk schnell verputzt und kann es vor Eintritt des Frostes nicht gehörig austrocknen, so muss man besorgt sein, dass der Verputz entweder schon während des Winters oder im Frühjahr stellenweise herabfallen oder doch nicht festhalten werde, weil der Dampf, der sich beim Frost im Mauerwerk entwickelt und ins Freie auszu-

treten bestrebt ist, durch den Verputz daran behindert wird, denselben daher von der Mauer ablöset oder auch stellenweise zerstört.

Auch bei der Verdampfung des Eises wird viel Wärme absorbiert und man benützt es daher dazu, um damit im Sommer Keller und andere Räume abzukühlen. Bei bestehenden Kellern kann, wenn in denselben keine sonstigen Vorrichtungen zur Aufbewahrung des Eises bestehen, eine solche am einfachsten dadurch eingerichtet werden, dass man längs der Wände 1 bis 1½ Fuss breite und nach Thunlichkeit hohe wasserdichte Kästen aus Brettern anbringt und diese mit Eis dicht füllt. Ist der Keller so warm, dass das Eis zu Wasser wird, so muss dieses zeitweise durch Zapfenlöcher abgelassen werden.

In grösseren stehenden und fliessenden Gewässern bildet sich das Eis zuerst an der Oberfläche, und zwar an den Ufern und andern festen Körpern im Wasser, weil hier die grösste Wärmeableitung stattfindet und sich die Eiskrystalle, wie viele andere, gern an festen Körpern ansammeln. Bei ruhigem Wasser tritt die Eisbildung früher ein, als bei bewegten; bei letzterem hängt die Eisbildung unter sonst gleichen Umständen wieder von dem hydraulischen Momente und der Temperatur des Wassers ab. So lange nämlich die Temperatur des Wassers nicht so niedrig ist, dass dessen Krystallisation und die Ansammlung der Krystalle auch durch seine Bewegung nicht mehr verhindert werden kann, tritt auch keine Eisbildung ein und kann auch keine Eisdecke entstehen. Seichte Gewässer werden durch eine niedrige Lufttemperatur früher abgekühlt, als tiefe; daher gefrieren auch erstere früher zu, als letztere. Es werden daher im Allgemeinen fliessende Gewässer, welche eine niedrigere Temperatur, eine kleinere Geschwindigkeit besitzen, und eine geringere Wassermasse in Bewegung zu setzen haben, bei derselben Temperatur der Luft früher zugefrieren, als wenn die entgegengesetzten Fälle hievon einfach oder combinirt auftreten. Von diesen Momenten hängt auch die Schnelligkeit der Entstehung und die Dicke der Eisdecke ab, welche sich auf der Oberfläche eines bewegten Wassers allmählich bildet. Auch ist hieraus erklärlich, warum manchmal einzelne Strecken eines Flusses bereits ganz zugefroren sind, während sich auf andern noch gar kein Eis gebildet hat oder niemals bildet. Letzteres tritt insbesondere da oft ein, wo innerhalb des benetzten Flussbettes starke Quellen entspringen und die darüber fliessende Wassermenge etwas erwärmen. Diese Fälle kommen meistens nur in höher gelegenen Flussstrecken vor. Bei einer offenen Flussstelle können daher mannigfache Ursachen vorhanden sein, weshalb sich kein Eis gebildet hat.

In unserem Klima wird die Eisdecke selten dicker als 2 Fuss; dickeres Eis bildet eine Ausnahme. In Gegenden, wo die Eisdecke als Brücke zum Gehen und Fahren benützt wird und nur langsam jene Stärke erreicht, um sie zu diesem Zwecke benützen zu können, wird die schleunigere Verstärkung derselben dadurch befördert, dass man auf deren Oberfläche dort, wo die Communication beabsichtigt wird, Wasser giesst, weil dieses da schneller gefriert, als das darunter fliessende.

Zur Zeit des Zugefrierens der Flüsse fällt gewöhnlich deren Wasserstand etwas, und wenn gleichzeitig die sogenannte trockene Kälte eintritt, noch mehr, weil die Verdampfung

eine grössere ist und viele Quellen, die nicht tief unter der Erdoberfläche entspringen und deren Wasser früher in den Fluss gelangte, zugefrieren, daher versiegen. Ist die Erde aber ziemlich hoch mit Schnee bedeckt, so geschieht letzteres nicht leicht, weil unterm Schnee die Temperatur fast niemals niedriger ist als — 2 Grad, daher die Erdoberfläche dann auch nicht so tief gefriert, als bei anhaltender Kälte ohne Schnee. Auch gefrieren Quellen, welche durch einen dichten Nadelholzwald vor der Luftströmung und Verdunstung geschützt sind, beim Mangel an Schnee nicht so leicht zu, als jene, welche im Freien entspringen. Wenn das Wasser der letztern im Winter benöthigt wird, so ist es zweckmässig, sie durch Sträucher und Bäume, insbesondere Nadelhölzer, zu schützen.

Bei Flüssen in Gebirgen, wo die Sohle manchmal aus Felsen besteht und dabei ein kleines Gefälle vorhanden ist, bildet sich im Flusse auf dem Felsen bei anhaltender Kälte und nicht grosser Wassertiefe ebenfalls Eis, das sogenannte Grundeis. Dies ist dichter als das an der Oberfläche gebildete, indem es ein specifisches Gewicht von 0,95 bis 0,98 oder auch mehr hat. Da zu diesem Eise wenige oder keine Lichtstrahlen gelangen können, so ist es dunkel, und zwar meistens Bouteillengrün gefärbt. Manchmal wird angeführt, es habe die Farbe des Felsens, auf dem es ruhte, weil die von letzterem reflectirten Lichtstrahlen dem Eise auch die Farbe mittheilen. Diess ist aber noch nicht völlig ausser Zweifel gestellt. — Das Grundeis löset sich langsamer auf, als das an der Oberfläche gebildete, geht später ab als letzteres und schwebt meistens im fliessenden Wasser; nur hie und da sieht man einzelne Schollen theilweise oder ganz an der Oberfläche.

Wenn sich in der Nähe von hölzernen Brücken oder andern dergleichen Banten Grundeis bildet, und sich auch auf diese ausdehnt, so kann es denselben gefährlich werden, wenn es beim Abgange emporzusteigen strebt, weil dann weniger fest eingeschlagene Piloten u. s. w., mit denen es fest verbunden ist, auch herausgehoben werden können, was besonders bei Eisbrechern leicht möglich ist. — In sehr felsigen Gebirgen vereinigt sich bei kleinern Flüssen und Bächen häufig das oberflächliche Eis mit dem Grundeise, d. i. sie gefrieren ganz aus und haben im Frühjahr keine gefährlichen Eisgänge. — Das quer durch den Fluss gehende Grundeis bildet eine Eisschwelle oder eine Eisbank.

(Schluss folgt.)

## Chemisch-technische Mittheilungen.

Dr. Friedrich Jünemann.

Vollkommene Ausbeutung des Zuckers aus den Runkelrüben sowohl, als auch aus den Zuckersäften ohne Melassen im Rückstande und Ersetzung der thierischen Kohle durch ein wohlfeileres und zweckmässigeres Mittel.

Schon vor mehr als 20 Jahren brachten den Verfasser die Arbeiten von Payen, Pelouze, Peligot, Hochstetter und Anderen, sowie die eigenen Untersuchungen über die Natur des Rohrzuckers aus Runkelrüben auf die Idee, dass das geringe Ausbringen an Zucker, sowie die grosse Menge Melasse, welche bei der Verarbeitung von Rübensaft entsteht, keine



unbedingte Nothwendigkeit sei, sondern nur in der mangelhaften Fabrikation liege.

Seitdem man mit Bestimmtheit weiss, dass in der Runkelrübe keine andere Zuckerart als Rohrzucker vorhanden ist, kann die Bildung von Melassen nur Zerlegungen zugeschrieben werden, welche der Zucker während seiner Darstellung erleidet.

Die Rübe enthält bekanntlich: Wasser, krystallisirbaren Zucker, Faserstoff und Pectos, Eiweiss und andere stickstoffhaltige Substanzen und endlich Fett, Farbstoff, Salze der Basen: Kali, Natron, Kalk, Eisenoxydul, Magnesia; der Säuren: Phosphorsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure; Chlorkalium u. s. w.

Die Melassen der Zuckerfabriken bestehen aber ausser unverändertem Rohrzucker, aus verändertem Rohrzucker, analog dem Fruchtzucker, aus Schleimzucker und endlich aus verschiedenen Salzen.

Wäre die Fabrikation richtig, so müsste man einerseits Zucker und andererseits den Faserstoff, die stickstoffhaltigen Substanzen und die Salze, keineswegs aber auf Kosten des Zuckers neue Stoffe wie: Fruchtzucker und Schleimzucker erhalten.

Wir wollen, indem wir der Fabrikation Schritt für Schritt folgen, die Ursachen obiger Verwandlungen suchen und schliesslich angeben, wie diese Verwandlungen in Zukunft zu vermeiden sind.

Die erste Ursache ist wohl die allmähliche Umwandlung des Rohrzuckers in Fruchtzucker, welche Umwandlung schon während der Aufbewahrung der Rüben unter dem Einflusse des in dem Saft enthaltenen Wassers zum Theile vor sich geht und dadurch einen unvermeidlichen und gegen das Ende der Campagne sehr gross werdenden Verlust an krystallisirbarem Zucker veranlasst.

Nachdem das Verfahren von Maumené, den Rübensaft mittelst Kalk zu conserviren und somit die Verluste, welche das Arbeiten mit aufbewahrten Rüben im Frühjahr mit sich führt, zu vermeiden, vorzüglich an der Kostspieligkeit der Anlagen, sowie auch an dem Umstande, dass die Operation der Saftgewinnung auf einen kleinen Zeitraum zusammengedrängt wurde und mithin unverhältnissmässig grosse Maschinen- und Menschenkräfte in Anspruch nehmen würde, gescheitert ist; nachdem ebenfalls die Einführung des von Stammer vorgeschlagenen Verfahrens „Conservirung des Rübenbreies durch Kalk“ an den dargebotenen Schwierigkeiten gescheitert ist, musste es zuerst unsere Hauptaufgabe sein, diesen Theil der Zuckerfabrikation zu ordnen und haben wir dies durch ein ebenso einfaches, als wenig Kosten und Arbeit erforderndes Mittel erlangt.

Die jetzt in der Fabrikation vorkommende Abscheidung der Säfte vom Faserstoff bietet nichts Bemerkenswerthes dar.

Bei der bisher üblichen Klärung des Saftes mit Kalk wird derselbe zwar von den organischen Säuren und gewissen stickstoffhaltigen Substanzen befreit; der aus den Scheidekesseln kommende Saft ist aber bekanntlich noch keine reine Zuckerlösung, sondern enthält noch verschiedene Substanzen, welche die Krystallisation des Zuckers hindern oder beeinträchtigen.

Er enthält eine bedeutende Menge Kalk in Verbindung mit Zucker (Zuckerkalk), ferner Farbstoff und Extractivstoff, sowie stickstoffhaltige Substanzen und endlich Alkalien und Salze.

Der Kalk lässt sich zwar durch die Filtration des Saftes mit Knochenkohle vollständig fortschaffen, kann endlich auch durch Kohlensäure entfernt werden — der Kalk aber bewirkt, entweder dadurch, dass er durch seine alkalischen Eigenschaften einen Theil der Proteinsubstanz auflöst und sie in Verbindung erhält, oder dadurch, dass er Kali oder Natron freimacht, dass die mit Kalk behandelten Zuckersäfte auch nach der Behandlung mit thierischer Kohle und Kohlensäure immer alkalisch bleiben. Beide Wirkungsweisen finden gleichzeitig statt und ziehen eine Veränderung des geklärten Saftes nach sich, deren nachtheiliger Einfluss sich besonders in den geringeren Producten der Zuckerfabrikation fühlbar macht.

Farbstoff und Extractivstoff werden von thierischer Kohle absorbirt, die stickstoffhaltigen Substanzen endlich erleiden während des Eindampfens des Saftes bei Siedhitze Zersetzung in Ammoniak, aber nicht eher, als bis sie durch ihre schädliche Einwirkung auf den Zucker Theile davon in Fruchtzucker umgewandelt haben.

Auf die Alkalien und Salze des Saftes endlich wirkt die Kohle nur sehr wenig ein, sie bleiben im Saft und gehen in die Melasse über und beeinträchtigen hier nicht nur die Krystallisation des Rohrzuckers aus der Melasse auf eine mechanische Weise, sondern sie erzeugen auch in Gemeinschaft mit dem ebenfalls in die Melasse übergegangenen Fruchtzucker eine Art Ferment, welches ansteckend wirkt und den eben durch sie in die Melassen mitgerissenen Rohrzucker in eine fadenziehende, oder in eine, in schleimiger Gährung begriffene Masse (Schleimzucker) verwandelt.

Bei der Filtration mit thierischer Kohle, die, wie schon früher bemerkt, nur Kalk, Farbstoff und Extractivstoff, keineswegs aber die Salze aufnimmt, ist noch der Uebelstand, dass sie einen erheblichen Verlust an krystallisirbarem Zucker veranlasst, denn durch das Auswaschen derselben gewinnt man den darin enthaltenen Zucker nicht wieder als unveränderten Rohrzucker, sondern mehr oder weniger in Fruchtzucker umgewandelt.

Nach dem bis jetzt Aufgeführten liegt es auf der Hand, dass, nachdem das Mittel zur Erhaltung der Rüben, ohne dass sie sich zersetzen, gefunden ist — zur rationellen Verkochung der Säfte ein zweites Mittel gefunden werden musste, welches, da die thierische Kohle, wie wir gesehen haben, ihren Zweck nur unvollkommen erfüllt,

1. sich mit dem zur Klärung verwendeten Kalk, sowie mit dem durch eben diese Klärung in Freiheit gesetzten Kali und Natron verbindet und die Alkalität der Säfte aufhebt;
2. sich mit der (ebenfalls durch den Kalk bewirkten) aufgelösten Proteinsubstanz verbindet;
3. sich mit dem Farbstoff und dem Extractivstoff, sowie vorzüglich aber sich mit den stickstoffhaltigen Substanzen verbindet, so zwar, dass dann nur mehr eine Filtration des Saftes durch Beutelfilter nothwendig ist.

Es liegt nun ebenso auf der Hand, dass, sobald dieses



Mittel gefunden ist, bei der Klärung der Zuckersäfte auf einer Seite nur Wasser und Zucker und auf der andern Seite alle jene die Krystallisation hindernden und die Natur des Zuckers verändernden Stoffe gebunden erhalten werden müssen — dass also nach Verdampfung des Wassers nur Zucker, aber keine Melasse erhalten wird, weil eben alle jene Bedingungen fehlen, welche die Melassen erzeugen.

Der Verfasser wird in einem weiteren Aufsatz den Beweis liefern, dass, sobald man einmal die Gebrechen einer Fabrication gründlich kennen gelernt hat, es dann keine so grosse Mühe erfordert, eben jenen Gebrechen vorzubeugen.

Nachdem wir im Vorstehenden die Unzulänglichkeiten der bisherigen Zuckerfabrikation aus Runkelrüben beleuchtet haben, wollen wir uns damit beschäftigen, diese Fehler der Fabrikation zu beseitigen.

Der erste gegründete Vorwurf, den wir der Fabrikation machten, war der: dass bei der bisherigen Aufbewahrungsart der Rüben, dieselben sich derart zersetzten, dass sich immer mehr und mehr Rohrzucker in Fruchtzucker umwandle, so zwar, dass gegen das Ende der Campagne die Ausbeutung an Rohrzucker immer geringer wird, und die Schwierigkeiten bei Verarbeitung des Rübensaftes durch das Vorhandensein von grösseren Mengen Fruchtzucker sich steigern, die Ausbeute an Rohrzucker geringer und der Erhalt an schmierigen, schleimigen Melassen dagegen grösser wird.

Die Umwandlung des Rohrzuckers in Fruchtzucker geht in den Rüben vorzüglich unter dem Einflusse des in den Rüben enthaltenen Wassers vor sich.

Da nun Rohrzucker in Wasser gelöst und der Luft ausgesetzt, vom dritten Tage angefangen schon Spuren von Fruchtzucker zeigt, die sich von Tag zu Tag mehren; dieselbe Lösung in verschlossenen Gefässen sich aber Monate lang unverändert aufbewahren liess, so gab uns diese Thatsache das Mittel an die Hand, der Umwandlung des Zuckers vorzubeugen.

Während man bis heute der Zersetzung der Rüben während der Aufbewahrung vorzüglich durch Luftzutritt vorzubeugen sucht, schliessen wir im Gegentheil die Luft von den Rüben gänzlich ab, und zwar durch ein Mittel, welches weder ein Keimen, Gähren, Erhitzen, noch ein Faulen der Rüben zulässt.

Der Verfasser hatte Gelegenheit, Rüben sowohl in oberirdischen Magazinen, als auch in unterirdischen sogenannten Miethen (welche unten ungefähr 3 Fuss breit, nach oben keilförmig zuliefen und 24 Fuss lang waren) sechs Monate lang, in einem Falle sogar ein Jahr lang aufzubewahren, ohne dass der Zuckergehalt der Rüben sich im Geringsten verändert hätte, so zwar, dass die angestellten Analysen in solchen Rüben nicht eine Spur von Fruchtzucker nachweisen konnten.

Das Mittel hiezu ist Kalkhydrat.

Man bespritzt nämlich Aetzkalk mit kochendem Wasser und lässt ihn in feines Pulver zerfallen. Mit diesem Pulver wird in den Magazinen der Boden ein Zoll hoch, in den Miethen zwei Zoll hoch bedeckt und eine Lage Rüben darauf gegeben, hierauf wieder eine zollhohe Lage Kalkhydrat und dann Rüben und sofort.

Das Kalkhydrat muss jährlich neu erzeugt werden.

Das benutzte Kalkhydrat kann (selbstverständlich wie Kalk behandelt, also mit Wasser zu Brei angerührt) ohne Nachtheil anstatt Kalk zum Klären der Zuckersäfte verwendet werden.

Indem wir die Abscheidung der Zuckersäfte vom Faserstoffe als nichts Bemerkenswerthes darbietend übergehen, kommen wir zur Klärung der Zuckersäfte mittelst Kalk.

Hier haben wir den Einwurf gebracht, dass der Kalk einen Theil der Proteinsubstanz auflöse, und ebenso von den Salzen, Kali und Natron in Freiheit setze und dadurch eine Alkalität der Säfte bedinge.

Es gibt bis heute eine Menge Fabrikanten, welche die Nachtheile der alkalischen Säfte nicht nur für gering anschlagen, die im Gegentheil aus Furcht vor saurer Reaction auf den Zucker, die Säfte absichtlich alkalisch lassen.

Unseren Erfahrungen zu Folge ist dieses ein Fehler, denn das in dem Saft durch den Kalk in Freiheit gesetzte Kali und Natron verwandelt Theile des Rohrzuckers in Fruchtzucker und aus diesen wird später die dunkelbraun gefärbte Melassinsäure und die farblose Glucinsäure gebildet, welche sich beide in den Zuckersäften auflösen und wahrhaftig zu deren Verbesserung nichts beitragen.

Warum sollte man die Zuckersäfte nicht vollkommen neutral machen können?

Man hält eine wirkliche und scharfe Neutralisation für eine technisch ungemein schwierige, wo nicht unausführbare Operation; die bisher angewandten Mittel, selbst die Kohlensäure mit inbegriffen, erfüllten diesen Zweck freilich nicht vollkommen.

Hier ist noch zu bemerken, dass man die Alkalität der Säfte für ein besonderes Schutzmittel bei ihrer ferneren Eindampfung hält; es stimmt diess auch mit unseren Erfahrungen überein, wenn diese Alkalität nur von überschüssigem Kalk allein herrührt, es müssen in diesem Falle daher alle Salze aus den Säften bereits ausgeschieden sein, sonst wird man immer in die Lage kommen, durch Kalk die Säuren der Salze zu binden und die Basen frei zu machen.

Wir haben übrigens auch vollkommen neutrale Säfte, die nach unserer Methode gereinigt waren, eingedampft und die besten Resultate erlangt.

Zur Entfernung der stickstoffhaltigen Körper halten Manche genügend, den Saft einzudampfen, wodurch dieselben allerdings bei Siedhitze in Ammoniak umgewandelt werden, aber nicht eher, als bis sie schon Theile des Rohrzuckers in Fruchtzucker umgewandelt haben. — Die von Anderen vorgeschlagenen Mittel zur Entfernung der stickstoffhaltigen Körper erfüllen ihren Zweck, wenn sie zeitig genug angewendet werden.

Die Salze entfernte man aber durch die bisherigen Mittel eben so wenig, als durch die Filtration mit thierischer Kohle, sie blieben in dem Zuckersafte, hier ihre verderbliche Rolle fortspielend.

Bei dem von uns beobachteten Läuterungs-Verfahren, bei welchem wir einen neutralen Saft erhielten, und aus welchem die Salze und die stickstoffhaltigen Substanzen schnell so entfernt wurden, dass die Zuckersäfte keine Spur von verändertem Zucker enthielten, wurde folgender Weise vorgegangen.

Sobald die Läuterung mit überschüssigem Kalk bewirkt und das auf der Oberfläche Ausgeschiedene beseitigt und der Kalk auf gewöhnliche Weise, durch Kohlensäure gefällt worden ist, gibt man  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Procent Stearinsäure (die Stearinsäure wirkt selbst im Ueberschusse angewandt, nicht zersetzend auf die Zuckersäfte) unter Umrühren hinzu und erhitzt hierauf bis zum Sieden. Nachdem dieser Punkt erreicht ist, lässt man die Temperatur wieder sinken, und entfernt die entstandenen Schaumflocken, welche aus Kali-Natron- und Kalk-Seifen bestehen, sowie auch die überschüssige Stearinsäure. Sobald dies geschehen, gibt man  $2\frac{1}{2}$  Procent präparirte vegetabilische, gekörnte Kohle (Holzkohle) zu und lässt den Saft damit durch  $\frac{1}{2}$  Stunde gelinde kochen, wornach man ihn durch präparirte Holzkohle filtrirt.

Der also behandelte Saft befindet sich bereits im Zustande grosser Reinheit: krystallisirt gut, gibt mit Alkohol gemischt keine Trübung, ist gänzlich neutral und lässt sich bei Zutritt der Luft mehrere Tage aufbewahren, ohne sich zu färben oder sonst sich zu verändern und enthält nur mehr Spuren von Salzen. Beim Abdampfen färbt sich das Klärsel nur mehr schwach gelblich und ist vollkommen frei von jenem unangenehmen, salzigen Geschmacke, der ein charakteristisches Kennzeichen der Rübenklärsel ist.

Nachdem man den Saft auf gewöhnliche Weise eingekocht hat, wird er in die Krystallisationsgefässe ausgeschöpft.

Vorausgesetzt, dass obige Vorschriften genau befolgt worden sind, ist die Krystallisation in zehn Stunden beendigt und man erhält aus 100 Zuckermasse bei 60 — 70 Procent krystallisirten Zucker.

Den Syrup, welchen man von diesem Product erhält, behandelt man wieder wie früher den Saft, mit Kalk, Stearinsäure und präparirter Holzkohle in dem Verhältniss, dass man der Menge nach ein Viertel so viel zusetzt, als bei der ursprünglichen Scheidung, filtrirt sodann und erhält hierdurch allen Farbstoff und allenfallsige noch vorhandene fremde Bestandtheile dergestalt abgesondert, dass der so gereinigte Syrup ganz wasserklar ist und auf Krystallisation eingekocht werden kann; und ebenso verfährt man ein drittes und viertes Mal.

Sehr oft bilden sich durch die Einwirkung der hohen Temperatur während des Eindampfens der Säfte, sowie bei der Krystallisation und Bodenarbeit aus dem Rohrzucker gewisse Mengen Fruchtzucker, die also auf die angegebene Weise aus dem Syrup entfernt werden; denn wenn man Syrup, in dem sich Fruchtzucker befindet, auf obige Weise behandelt, so zersetzt der Kalk den Fruchtzucker in mehrere organische Säuren, die mit Kalk gebunden zu Boden fallen, einige Theile des Fruchtzuckers bilden alkalische Körper, die sich mit der Stearinsäure verbinden, andere Theile davon bilden einen tief dunkelbraun gefärbten Stoff, welcher ebenso wie die Spuren von Salzen, welche bei der ersten Läuterung noch in dem Saft zurückgeblieben sind, jetzt gänzlich von der präparirten Holzkohle entfernt werden.

Da man bei dieser Fabrikationsweise keinen unkrystallisirbaren Zucker erhält, so entfallen auch die Melassen gänzlich.

Die bei diesem Verfahren dienende Stearinsäure kann immer wieder verwendet werden, indem man die erhaltenen

Seifen zuerst mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, sodann mit kochendem Wasser auswäscht.

Die präparirte Holzkohle wird dargestellt, indem man 90 Theile grob gekörnte Holzkohle mit einer Lösung von 5 Theilen saurem phosphorsaurem Kalk und 5 Theilen schwefelsaurer Thonerde kocht, dieselbe sodann trocknet und glüht, um das Wasser und die Säure auszutreiben. Eine so dargestellte Kohle besitzt ein ausserordentliches Entfärbungsvermögen und hat dabei die Eigenschaft, sich mit vielen Salzen mechanisch zu verbinden, ein Vorzug, der bekanntlich der thierischen Kohle fehlt; ihr Absorptionsvermögen hält länger an und die Auswaschung und Wiederbelebung ist leicht herbeizuführen.

Der Verfasser hat im vorstehenden Artikel die Resultate jahrelanger Forschungen und Versuche, sowie praktischer im Grossen ausgeführter Arbeiten bekannt gegeben und wünscht nur, dass die Herren Zuckerfabrikanten Versuche nach seiner angegebenen Methode anstellen möchten, indem er sich hinreichend belohnt fühlen würde, wenn er Ursache gewesen wäre, einem so erheblichen Industriezweig, als die Zuckerfabrikation ist, durch seine Mittheilungen Vortheil gebracht zu haben \*).

## Zeitungsschau.

Ueber die Festigkeit des Bessemerstahls. Die Zeitschrift „The Engineer“ von 27. April l. J. enthält Tabellen über die Resultate einer Reihe von Versuchen, gemacht von Hrn. Kirkaldy für die „Barrow Haematite Steel Company“ zum Behufe der Bestimmung der verschiedenen Widerstandsfähigkeiten des Bessemer-Gussstahls gegen diverse Arten von Inanspruchnahmen.

Die langen und erfolgreichen Erfahrungen des Hrn. Kirkaldy in dieser Gattung von Arbeiten, welche auch theilweise in seinen „Results

\*) Seit der Einsendung dieses Artikels im Februar l. J. hat der Verfasser in Folge fortgesetzter Arbeiten ein Mittel gefunden, welches auf höchst einfachem, also praktischem Wege, die Zuckerfabrikation gewinnbringender als bis heute machen würde.

Dieses Mittel, ein sehr wohlfeiler chemischer Körper, hat eine sehr grosse Verwandtschaft zum Zucker, verbindet sich aus den Zuckersäften mit ihm, aber nur mit ihm allein, und lässt also in der Mutterlauge das Wasser, die Salze, den Farbstoff und die stickstoffhaltigen Bestandtheile gelöst zurück.

Der auf diese Weise aus dem Zuckersafte erhaltene Zucker, befindet sich in einem Zustande von grosser Reinheit, ist ohne jede weitere Abdampfung bereits krystallisationsfähig und auf Melis zu verarbeiten.

Nach dieser neuesten Methode würde nun in der Rübenzuckerfabrikation in folgender Weise gearbeitet werden:

1. Gewinnung des Saftes aus den Rüben, gleichgültig, ob mittelst Maceration oder Pressung.
2. Vermischung des Zuckersaftes mit dem gefundenen Mittel.
3. Filtration durch Beutelfilter, um den chemisch gebundenen Zucker von der Mutterlauge, welche den grössten Theil des Wassers, sowie alle Salze, Farbstoff etc. enthält, zu trennen.
4. Abscheidung des Zuckers aus seinem chemisch gebundenen Zustande.

Die weitere Bearbeitung des Zuckers bleibt sich gleich, wie nach den früheren Methoden.

Bei dieser Methode fällt also die Klärung mit Kalk, die Abdampfung mit den dazu erforderlichen kostspieligen Apparaten und die Filtration durch Knochenkohle gänzlich weg, und ist daher die Zeitdauer bei diesem neuen Fabrikations-Verfahren eine äusserst geringe, nur ein Viertel von der, welche bisher zur Klärung, Verdampfung und Filtration angewendet werden musste.

Dr. F. Jünemann.

of an experimental inquiry into the comparative tensile strength and other properties of various kind of wrought iron and steel, by David Kirkaldy" in Druck niedergelegt sind, und die erprobte Genauigkeit seiner Versuchsmaschine geben diesen Resultaten einen hohen wissenschaftlichen Werth, welcher im gegenwärtigen Augenblicke noch durch die Verwendung dieses verhältnissmässig neuen Materials zu so verschiedenartigen Zwecken bedeutend erhöht wird.

Sch.

Entlastungsschieber von Beyer. Die Skizze Fig. 1 Bl. Nr. 16 zeigt den entlasteten Vertheilungsschieber im verticalen und horizontalen Durchschnitt. Die Entlastung des Muschelschiebers wird dadurch bewerkstelligt, dass man den Dampf in das Innere des Schiebers eintreten lässt, wodurch letzterer vom Spiegel des Cylinders abgedrückt wird. Durch einen elastischen Kautschukkranz, gegen welchen der Schieber sich anlegt wird derselbe jedoch so viel gegen seinen Spiegel angepresst, dass er ohne merkliche Reibung dampfdicht abschliesst. Da bei dieser Schieber-Anordnung Schieberkasten und Stopfbüchsen zur Ablieferung der Schieberstange hinwegfallen, so gestaltet sich diese Construction nicht nur einfacher als die gewöhnliche Schiebersteuerung, sondern zeichnet sich auch noch dadurch aus, dass die Reibung des Schiebers auf seinem Sitze resp. Spiegel auf ein Minimum reducirt werden kann, und dass ein Schmieren desselben jederzeit leicht möglich ist, da der Zutritt zu demselben durch nichts gehindert ist.

In den Figuren bezeichnet *A* den Cylinder und *B* den Schieber. Der Dampf strömt durch den Dampfweg *C* aus dem Kessel in die Schieberhöhle *D* und tritt von da in die Dampfwege *E* und *E*<sub>1</sub> des Cylinders über. *F* ist der Schieberkanal für den austretenden Dampf, welcher in das Ausblaserohr *G* ausmündet. Das Rohr *H* bildet die Vermittlung zwischen der Mündung des Schiebercanales *F* und dem Ausblaserohr *G*, und ruht vermittelst eines Kautschukkranzes *I* in einem Lagerbügel *K*. *L* ist die Schieberstange, welche mit dem Excenter auf der Schwungradwelle in Verbindung steht.

Nach den Angaben des Constructeurs, Hrn. Beyer, entspricht diese Schieberconstruction allen Anforderungen, die man an eine zweckmässige Steuerung stellen kann, und es soll bei den angestellten Versuchen einer derartigen Steuerung an einer zwölfpferdekraftigen Dampfmaschine, der Widerstand der Excenterstange nicht mehr als 6 Kilogramm betragen haben.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass auch für Expansionssteuerungen dieses Princip mit denselben Vortheilen wie bei gewöhnlichen Vertheilungsschiebern angewendet werden kann.

Bull. de la soc. d'enc. (Dec. 1865 p. 713) durch Polyt. Centralblatt 7. Lieferung 1866.

R.

Stellvorrichtung zur Aenderung des Expansionsgrades an verticalen Dampfmaschinen mit Meyer'scher Expansion. Von J. M. Elias, Ingenieur der Atlasgesellschaft in Amsterdam.

Die Stellvorrichtung für die beiden, an einer gemeinschaftlichen Schieberstange befindlichen Expansionsschieber, einer Meyer'schen Expansionssteuerung, besteht bei horizontalen Dampfmaschinen gewöhnlich aus einem, an der Schieberstange befestigten einfachen Handrädchen und es lässt sich diese Vorrichtung sehr leicht anbringen, da bei der geringen Höhe des Cylinders über der Sohlplatte die Führungsmittel für die Schieberstangen unmittelbar an der Fundamentplatte befestigt werden können.

Schwieriger ist das Anbringen der Vorrichtung zum Aus- und Einanderschoben der Expansionsschieber bei verticalen Dampfmaschinen, da bei denselben sich ein Handrädchen nicht leicht anbringen lässt und behufs der Führung der Schieberstangen eigene Führungsglieder an den Dampfzylinder oder dessen Schieberkasten angeschraubt werden müssen. Die Skizze Fig. 2, Bl. Nr. 16 welche die gewöhnliche Meyer'sche Steuerung für eine verticale Dampfmaschine darstellt, zeigt zugleich die vom Ingenieur Elias getroffene Anordnung der Expansions-Stellvorrichtung für eine Dampfmaschine von 60 Pferdekraften.

Ein zweckentsprechend construirter Ständer *C*, welcher auf den Schieberkasten aufgeschraubt ist, nimmt in seinen obern Theil die beiden Stangen auf, welche oberhalb dieser Führung an die Excenterstangen sich anschliessen. Die Expansionsschieberstange, welche innerhalb der beiden Muttern mit dem Rechts- und Linksgewinde versehen ist, hat ihre gewöhnliche Führung in der Stopfbüchse des Schieberkastens, wird aber bei *c* vierkantig und gleitet in einer dieser Form entsprechenden Messinghülse *d*. Letztere wird mittelst der Schraube *e* in dem gusseisernen, an

den Stuhl *C* angegossenen verticalen Lagerstuhl *f* festgehalten und kann sich frei in diesem Stuhle drehen; an ihr oberes Ende ist ein Gewinde angeschnitten, auf welchem der mit den Muttergewinden versehene Zeigerstift *g* sich auf und nieder bewegen kann, wobei derselbe, da dieses Gewinde mit dem der Expansionschieberstange übereinstimmend ist, den genauen Stand der letzteren und somit den Expansionsgrad angibt. Das Zurückgehen der Zeigermutter wird dadurch verhindert, dass die beiden Zeiger *g* sich gegen die Flächen *h* anlegen und sich daher nur heben oder senken können. Am obern Ende der Hülse *d* nimmt die Schieberstange wieder den kreisrunden Querschnitt an und ist in den schmiedeisernen Bügel *i* so eingepasst, dass sie unten und oben zwischen zwei mittelst Stiften befestigten Ringen *k* gefasst wird; eine Mutter *l* verhindert das Lockerwerden der Verbindung. Zu Folge dieser Einrichtung kann die Schieberstange vom unteren Ende bis an diese Stelle ungehindert gedreht werden, ohne die auf- und niedergehende Bewegung derselben zu stören. Am andern Ende des Bügels *i* ist die Fortsetzung der Stange mittelst Doppelmuttern befestigt. Behufs des Drehens der Hülse *d* ist um dieselbe der an dem Handgriff *o* angegossene Ring *m* gelegt. In diesem Handgriff, welcher seiner Länge nach durchbohrt ist, befindet sich eine Stange *p*, welche mit ihrem Ende in entsprechende Löcher der Hülse *d* eingeschoben werden kann. Soll nun der Expansionsgrad während des Ganges der Maschine geändert werden, so zieht man den Kopf der Stange *p* an sich und dreht leise auf denselben drückend den Handgriff so lange, bis die Stange in eines der Löcher einfällt, wo sodann die Hülse *d* an der Drehung theilnimmt. Dieses Spiel des Griffes *o* wiederholt man so lange, bis die Zeiger den gewünschten Expansionsgrad auf der Scala *h* anzeigen.

Polyt. Centralblatt. 24. Lieferung, Jahrgang 1865.

R.

## Literaturbericht.

*Ueber Gesteinsbohrmaschinen im Allgemeinen und speciell über deren Anwendung beim Streckenbetrieb auf der Galmey-Grube Altenberg bei Aachen. Von C. Sachs, Maschinen-Inspector der Gesellschaft Vieille-Montagne. Verlag von Benrath u. Vogelsang in Aachen 1865.*

Der Verfasser, welcher sich als Leiter der Altenberger Bohrarbeit durch sinnreiche und practische Verbesserungen in der Construction der Gesteinsbohrmaschinen hervorgethan hat, bietet dem bergmännischen Publikum in der vorliegenden nett ausgestatteten und mit 6 lithographirten Tafeln versehenen Broschüre, eine recht interessante Abhandlung über die Anwendung der Gesteinsbohrmaschinen beim Streckenbetrieb.

Nach einer allgemeinen Betrachtung des Maschinen-Gesteinsbohrens, der einzelnen Bestandtheile einer vollständigen Maschinen-Bohranlage und einer vergleichenden Zusammenstellung der bisher am häufigsten zur Anwendung gekommenen Gesteinsbohrmaschinen, als jener von Lisbeth, Marcellius, Sommeiller, Schwarzkopf, Schumann etc. übergeht der Verfasser zur speciellen Beschreibung der Maschinenbohrarbeit auf der Galmey-Grube zu Altenberg, welche die Herstellung einer 127 Meter langen, 2,25 Meter hohen und breiten Verbindungsstrecke zwischen dem Schacht Le Hon und dem Galmeylager zum Zwecke hatte. Wie fast allgemein für bergmännische Zwecke, wurde auch hier zum Betriebe der Gesteinsbohrmaschine comprimirt Luft angewendet, zu welchem Behufe ober Tage ein liegendes Cylindergebläse als Compressivpumpe aufgestellt war, welches durch ein oberflächliches Wasserrad von 8 — 9 Pferdekraften effectiver Leistung betrieben wurde.

Bei einem Durchmesser des Gebläsekolbens von 0,25 Meter, einem Kolbenhub von 0,92 Meter und einer Kolbengeschwindigkeit von 1,4 Meter, war man im Stande, durch die Compressionspumpe eine Luftspannung von circa 3 Atmosphären zu erzielen, obschon bei normalem Gange der Bohrmaschinen eine Pressung von 1 — 1½ Atmosphären (Ueberdruck) genügte.

Zur Ausgleichung der Luftspannungs-Differenzen war zur Seite der Compressionspumpe ein Kessel von 5 Cubikmetern Inhalt als Regulator aufgestellt und es betrug der ganze Luftvorrath, mit Einbeziehung der 0,38 Meter weiten Röhrenleitung von der Maschine bis zum Schachte zusammen 12 Cub.-Meter, welches Quantum sich als etwas zu karg bemessen herausstellte.

Die Röhrenleitung hatte eine Gesamtlänge von 266 Meter; u. z. bestand: Die Röhrentour von der Luftpumpe bis zum Schachte auf eine Entfernung von 54,3 Meter aus Gusseisenröhren von 0,38 Meter Durchmesser; die verticale Röhrenleitung im Schachte ebenfalls aus Gusseisenröhren von 0,2 Meter lichter Weite und jene vom Schachtsumpfe bis zu den Bohrmaschinen vor Ort aus gezogenen Schmiedeisenröhren, von 0,075 M. Durchmesser. Zum Anschluss der Gesteinsbohrmaschinen an die fixe Röhrentour dienten Kautschukröhren von 0,05 Meter Durchmesser und 7 Millimeter Wandstärke. Die sämtlichen Röhren waren mit abgedrehten Flantschen versehen, mit Gummiringen abgedichtet und in entsprechenden Punkten der Röhrenleitung waren Absperr- und Regulir-Ventile angebracht.

Die Gesteinsbohrmaschinen, wie sie vom Verfasser construirt und verbessert beim Altenberger Streckenbetrieb zur Anwendung kamen, unterscheiden sich von den bisher gebräuchlichen wesentlich dadurch; dass die Steuerung, das Umsetzen des Bohrers, so wie das Vorrücken des Cylinders bei zunehmender Bohrlochtiefe selbstthätig unmittelbar und von der hin und her sich bewegenden Kolbenstange bewerkstelliget wird, wodurch die Construction einfacher und die Maschine überhaupt compendiöser ausfällt. Im Anfange des Betriebes bediente man sich der Bohrmaschinen, welche für 1 Atm. Ueberdruck berechnet waren. Bei denselben hatte der Kolben einen Durchmesser von 10,5 Centimeter und machte bei 14 Centimeter Hub per Minute an 300 — 400 Spiele. Das bedeutende Gewicht dieser Gesteinsbohrmaschinen von 85—100 Kilogramm, wodurch die Handhabung derselben erschwert wurde, gab Veranlassung, während des weitem Verlaufes der Bohrarbeit Hochdruck-Bohrmaschinen einzuführen, welche bei 6,5 Centimeter Kolbendurchmesser nur ein Gewicht von 47 Kilogramm erreichten und bei einer Luft-Pressung von 20 — 23 Pfd. an 500 Schläge per Minute zu verrichten im Stande waren.

Die Detail-Einrichtungen der Altenberger Gesteinsbohrmaschinen ist aus der Skizze Fig. 3, Bl. Nr. 16 zu entnehmen. In dem gusseisernen oder messingenen Cylinder, welcher mit 4 durchlochten Ansätzen auf den beiden Rundstangen *a* des Befestigungsrahmens verschiebbar ist, befindet sich ein schmiedeiserner Kolben, welcher nach vorn mit einer dickeren und nach hinten mit einer dünnern Kolbenstange versehen ist, die durch Stopfbüchsen luftdicht hindurch gehen. Am vordern Ende der dickeren Kolbenstange ist der Bohrer centrirt mittelst eines Keiles befestigt.

Die alternative Bewegung des Kolbens wird, wie aus der Figur ersichtlich ist, mittelst einer Schiebersteuerung bewirkt, indem die comprimirte Luft durch den Canal *k* unter den Muschelschieber und je nach der Stellung desselben vor oder hinter dem Kolben in den Cylinder gelangt, während die gewirkt habende Luft ungehindert ins Freie entweicht. Behufs der Schieberbewegung ist am Ende der dünnern Kolbenstange eine Traverse *t* angebracht, welche in den Längsstangen der Befestigungsrahmen ihre Geradföhrung erhält. Dieses Querstück, welches auf der Kolbenstange so befestigt ist, dass eine rotirende Bewegung derselben nicht gehindert wird, nimmt in zwei oblongen Schlitzten die Enden zweier Hebel *p* auf, welche an einer Achse *q* befestigt sind, deren Lager durch schmiedeiserne Träger mit dem Cylinderdeckel fix verbunden sind. Die bei der Hin- und Herbewegung der Kolbenstange auf diese Weise erzielte oscillirende Bewegung dieser Achse, wird nun auf den Steuerschieber übertragen und zwar in der Art, dass immer vor Beendigung des Kolbenhubs der kurze Hebelarm *v* eine der beiden auf die Schieberstange aufgeschraubten und stellbaren Knaggen *g* erfasst und den Schieber nach rechts

und links in die entsprechende Steuerungsposition versetzt. Durch Verstellen der Schraubenmutter *g*, kann innerhalb geringer Grenzen die Stärke des Vor- und Rückschlages, so wie überhaupt die Wirkung der Bohrmaschinen für verschiedene Befestigungslagen derselben regulirt und ausgeglichen werden.

Um die drehende Bewegung des Bohrers (das Umsetzen) herbeizuführen, geht die hintere Kolbenstange mittelst Feder und Nuth luftdicht durch die Nabe eines Schaltrades *s*, welches an seiner Peripherie mit 36 Zähnen versehen ist, so dass auf diese Weise die Kolbenstange ungehindert hin und hergleiten kann; während sie bei rotirender Bewegung des Schaltrades von diesem mitgenommen wird. Das Umsetzen des Bohrers um einen Zahn des Schaltrades ( $\frac{1}{36}$  der Peripherie) erfolgt nur beim Rückgange desselben, indem ein zweiter an der Achse aufgekeilter kurzer Hebelarm *n* in diesem Falle eine in verticaler Föhrung gehende Stange aufhebt, wodurch das Schaltrad *s*, mittelst des Schalthackens *z*, um einen Zahn verschoben wird. Die rückgängige Bewegung des Sperrrades wird durch einen zweiten, durch eine Stahlfeder ange-drückten Schalthaken *y* verhindert.

Das Nachschieben des Cylinders bei zunehmender Lochtiefe auf seinem Führungsrahmen, erfolgte zu Altenberg bei den Maschinen, welche mit einer Atmosphäre Spannung arbeiteten, mittelst einer Handkurbel; bei den Hochdruckmaschinen jedoch selbstthätig durch eine ganz gleiche Schaltvorrichtung, wie die zum Umsetzen des Bohrers. Dieses zweite Schaltrad *s*, welches auf die Nabe des ersten drehbar aufgeschoben ist, wird nur bei vollem Kolbenhub um Einen Zahn verschoben, und die Bewegung desselben wird durch die beiden Getrieberräder *r r*, auf die in einem am Cylinder angegossenen Ansatz *m* angebrachte Schraubenmutter übertragen, welche bei ihrer rotirenden Bewegung auf der als Schraubenspindel dienenden Längsstange *a* des Gleitrahmens, das Verschieben des Cylinders bewirkt.

Die Bohrer hatten eine Länge von 0,47 — 1,2 Meter und eine Schneidenbreite von 0,041 — 0,025 Meter. Das Gewicht eines ganzen Satzes von Bohrern (16 an der Zahl) wog 48,25 Kilogr.; wovon auf 40 Kilogr. Eisen 8,25 Kilogr. Stahl entfielen. So wie am Mont-Cenis und zu Freiberg haben auch hier die Bohrer mit Z-förmiger Schneide am besten entsprochen.

Als Befestigungsgestelle dient, ähnlich wie am Mont-Cenis, ein aus Eisenschienen construirter Gestellwagen, welcher auf einer Eisenbahn, nachdem die Bohrlöcher abgebohrt und besetzt waren, aus dem Bereiche der Schussweite entfernt wurde. Die Befestigung der Bohrmaschine geschah im vordern Theil des Wagens an gezahnten Gusseisenständern, während der hintere Raum zur Aufnahme eines Wassergefäßes diente, von wo aus durch einen Kautschukschlauch ein Wasserstrahl in das Bohrloch eingeföhrt wurde. Das Fixiren des Gestellwagens erfolgte durch Verkeilung gegen die Streckenfirst. Zur Bedienung der 2 vor Ort in Betrieb gewesenen Bohrmaschinen wurden 4 Arbeiter benöthigt, denen zur Behebung kleinerer Mängel an der Maschine etc. noch ein Maschinist beigegeben war. Gearbeitet wurde in 6-stündigen Schichten und zwar wurde in den beiden Nachtschichten durch 4 Mann der Einbruch an der Streckensohle mittelst Handarbeit hergestellt, während in den Tagschichten mittelst Maschinenbetrieb der übrige Theil des Feldortprofils nachgesprengt wurde. Das Gestein, aus sehr festem quarzigen Grauwackenschiefer bestehend, lässt sich sehr schwer bearbeiten; so dass bei Herstellung des Einbruches, in zwei sechsstündigen Schichten bei einer viermännischen Belegung, nicht mehr als 4 Bohrlöcher von circa 0,4 Meter Tiefe abgebohrt werden konnten. Mit Hilfe der Bohrmaschinen wurden in einer sechsstündigen Schicht 6 — 8 Löcher von 0,5 — 0,9 Meter Tiefe hergestellt und der übrige Theil der 24stündigen Arbeitsperiode ging mit dem Besetzen und Abschießen derselben, mit dem Wegräumen des Materiales und mit dem Wiederherbeiholen und Befestigen des Gestellwagens zu Ende.

Da bei Beginn des Maschinenbohrers am Altenberg, die

Strecke bereits auf eine Länge von 58,5 Meter mittelst Handarbeit ausgefahren war, ist man in der Lage, bezüglich der Leistungen genaue Vergleichen anstellen zu können und es müssen die erzielten Resultate des Maschinenbetriebes gegenüber jenen des gewöhnlichen Handbetriebes als sehr befriedigend bezeichnet werden. Denn während bei der Handarbeit in einem Monat nicht mehr als 4,25 Meter ausgefahren wurden und die Kosten per laufenden Meter an 200 Francs betrugen, wurde mit Hilfe der Gesteinsbohrmaschinen das Feldort monatlich um 11,41 Meter gestreckt, also die  $2\frac{1}{2}$  fache Leistung gegenüber der Handarbeit erreicht und betrugen die Kosten per laufenden Meter nur 140 Francs, bei welcher Kostenbestimmung jedoch die Amortisirung des bedeutenden Anlagecapitals von 45,400 Francs nicht in Rechnung gebracht wurde.

Die Kosten der Altenberger Bohr-Anlagen zergliedern sich wie folgt:

1. Wasserrad sammt Wasserleitung, welches zugleich als Motor für eine Brettsäge und mehrerer Hobelmaschinen dient . . . . .	Frcs. 18494,51
2. Compressionspumpe . . . . .	4650,00
3. Manometer . . . . .	181,86
4. Herstellung der Luftleitung . . . . .	9578,00
5. Zwölf Stück Bohrmaschinen incl. aller Veränderungen und Verbesserungen die daran vorgenommen wurden . . . . .	6509,75
6. Das Gestell . . . . .	2461,60
7. Hundert Stück Bohrer . . . . .	1447,50
8. Eisenbahn . . . . .	2076,00

Zusammen Frcs. 45399,69

Der Maschinenbetrieb zu Altenberg dauerte nur durch ein halbes Jahr, und es wären die Erfolge jedenfalls noch bedeutend günstiger, wenn die Maschinen-Bohrarbeit, nachdem die Arbeiter einmal eingeschult und mit der Manipulation vertraut waren, noch weiter hätte fortgesetzt werden können.

Roche lt.

## Drainage- und Wiesenbau-Ingenieurstelle.

Bei der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft in Wien kommt Ende d. J. die Stelle eines Drainage- und Wiesenbau-Ingenieurs zur Besetzung.

Der Ingenieur ist verpflichtet, alle seine disponible Arbeitszeit ausschliessend im Dienste der Gesellschaft und im Auftrage des Central-Ausschusses zu verwenden. Sobald die ihm zugewiesenen Arbeiten im Freien beendigt sind, hat er seinen bleibenden Aufenthalt in Wien zu nehmen. Es wird demselben obliegen, im Laufe des Winters nebst der Ausarbeitung der Pläne und Kostenanschläge sich jenen Geschäften im Bereiche seines Faches zu widmen, welche der Central-Ausschuss ihm zu übertragen finden wird. Insbesondere aber werden theoretische Vorträge in Wien oder bei den Versammlungen der Bezirks-Vereine als Obliegenheiten bezeichnet, denen er sich zu unterziehen haben wird.

Der Ingenieur wird vom Central-Ausschusse der Landwirthschafts-Gesellschaft angestellt, und untersteht demselben, wie die anderen Beamten, als seiner vorgesetzten Behörde. Es wird sich gegenseitig eine halbjährige Aufkündigung des Dienstes mit Ausschluss jeden Anspruches auf Pension oder Abfertigung bei Aufhebung des Dienstverbandes vorbehalten.

Die Bezüge des Ingenieurs sind theils solche, die ihm von Seite der Gesellschaft, theils solche, die von den seine Intervention nachsuchenden Parteien zu bestreiten sind.

Von Seite der Gesellschaft erhält er anticipativ in monatlichen Raten den baaren Gehalt von 720 fl. Oe. W. und in halbjährigen Raten 120 fl. Oe. W. Wohnungszinsbeitrag.

Die ihm von den Parteien zukommenden Genüsse und Vergütungen bestehen in Folgendem:

Für Leitung, Durchführung der Arbeiten oder Ertheilung eines Gutachtens, Verfassung von Plänen und Kostenanschlägen hat der Ingenieur ausser der Reisekostenvergütung bis auf das Object, für jeden auf dem Objecte zugebrachten Tag ein Honorar von 2 fl. Oe. W. anzusprechen, wobei für seine Verpflegung und seine Unterkunft die Partei auf ihre Kosten Sorge zu tragen hat.

Ist die Partei nicht in der Lage, letzterer Anforderung zu entsprechen, so hat der Ingenieur für jeden Tag und jede Nacht einen Zehrungs- und Quartierbeitrag von 1 fl. 50 kr. zu erhalten, welche der Ingenieur auch während der Dauer der eigentlichen Reise für jeden Tag und jede Nacht aufzurechnen hat. Leistet die Partei entweder Verpflegung oder Quartier, so ist für Tag und Nacht zusammen nur 1 fl. 50 kr. zu verrechnen.

Für das Zeichnen der Pläne einschliesslich der Kostenvoranschläge erhält der Ingenieur, sobald das Object unter 10 Joch gross ist, pr. Joch 50 kr., von 10 bis 50 Joch 40 kr., von 50 bis 100 Joch und mehr 30 kr. pr. Joch, wobei derselbe der Partei keine Spesen für Requisiten aufzurechnen hat.

Als Vergütung für die Hin- und Rückreise kann er, wenn nicht von der Partei selbst eine entsprechende Fahrgelegenheit beige stellt wird, dorthin, wo Eisenbahn-, Dampfschiff-, Eil- oder Gesellschaftswagen-Verbindungen bestehen, bloss die dafür bestehenden tarifmässigen Fahrkosten (Eisenbahn II. Classe), und wo solche nicht mehr zu benützen sind, als Fahrkostenvergütung das tarifmässige Postritt- und Trinkgeld für 2 Pferde, jedoch ohne Wagen- und Nebenspesen, bis auf das Object seiner Reise aufrechnen. Die etwa nöthigen Fahrgelegenheiten auf dem Objecte selbst hat jedenfalls der Gutsbesitzer aus Eigenem beizustellen.

Wenn die Objecte mehrerer Besitzer unter Einem bearbeitet oder inspicirt werden, so findet eine verhältnissmässige Vertheilung der dafür entfallenden Kosten statt.

Der Ingenieur hat über diese ihm zukommenden Gebühren eine gehörig specificirte und documentirte Rechnung dem Central-Ausschusse zur Revision vorzulegen, welcher sodann die Rechnung aus der Gesellschafts-Cassa auszahlen und die auf jeden Grundbesitzer entfallenden Kosten einheben lassen wird.

Bewerber um diese Stelle wollen ihre mit den Zeugnissen über zurückgelegte Studien und geleistete Dienste belegten Gesuche bis längstens 1 October d. J. an den gef. Central-Ausschuss gelangen lassen.

Wien, am 3. Juli 1866.

Vom Central-Ausschusse  
der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft in Wien.

## Personalnachrichten.

Se. Majestät der Kaiser hat den Vereinsmitgliedern Herrn:

G. Sigl, Maschinenfabrikbesitzer, in Anerkennung seiner Verdienste um die vaterländische Industrie, das Ritterkreuz des Franz Josef-Ordens, Herrn Wenzel Kanský, Ingenieur und Hafenverwalter zu Neu-Pest, in Anerkennung seines erspriesslichen öffentlichen Wirkens und des bei Rettung von Menschenleben bewiesenen Muthes, das goldene Verdienstkreuz, und

Dr. Eduard Schmidt, Civil-Ingenieur, das goldene Verdienstkreuz mit der Krone allergnädigst verliehen.

Ferner hat Se. Majestät der Kaiser

Herrn Heinrich Ferstel, akadem. Rath u. Architekt, zum ordentl. Professor der Baukunst am Wiener polyt. Institute allergnädigst ernannt, und Herrn Franz Klein, Gutsbesitzer, in den Adelsstand des österr. Kaiserstaates mit dem Ehrenworte und Prädicate „Edler von Wisenberg“ allergnädigst erhoben.

Herr E. Bühler, Oberingenieur der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn und

Herr V. Alfred Michel, Director der priv. Kaiserin Elisabeth-Westbahn, haben das Ritterkreuz des königl. württembergischen Friedrich-Ordens, erhalten.

Der Minister für Handel und Volkswirtschaft hat die Herren Vereinsmitglieder:

Inspector Ferdinand Hoffmann,

Inspector und kais. Rath Martin Riemer zu Oberinspectoren,

den pensionirten Verkehrs-Director der priv. Südbahn-Gesellschaft Professor Carl Ludwig Ritter von Meissner und Simon Ritter von Millesi zu Inspectoren,

den Generalinspectionscommissär Franz Kamper, Oberingenieur Joh. Werner, Ingenieur Carl Josef Bach und Ingenieur Ferdinand Leonhard zu Commissären bei der mit a. h. Entschliessung vom 14. Mai d. J. neu organisirten Generalinspektion der österreichischen Eisenbahnen ernannt.



# ELEKTRO-MAGNETISCHE BREMSVORRICHTUNG

## von Aug. Achard

Nº 14.

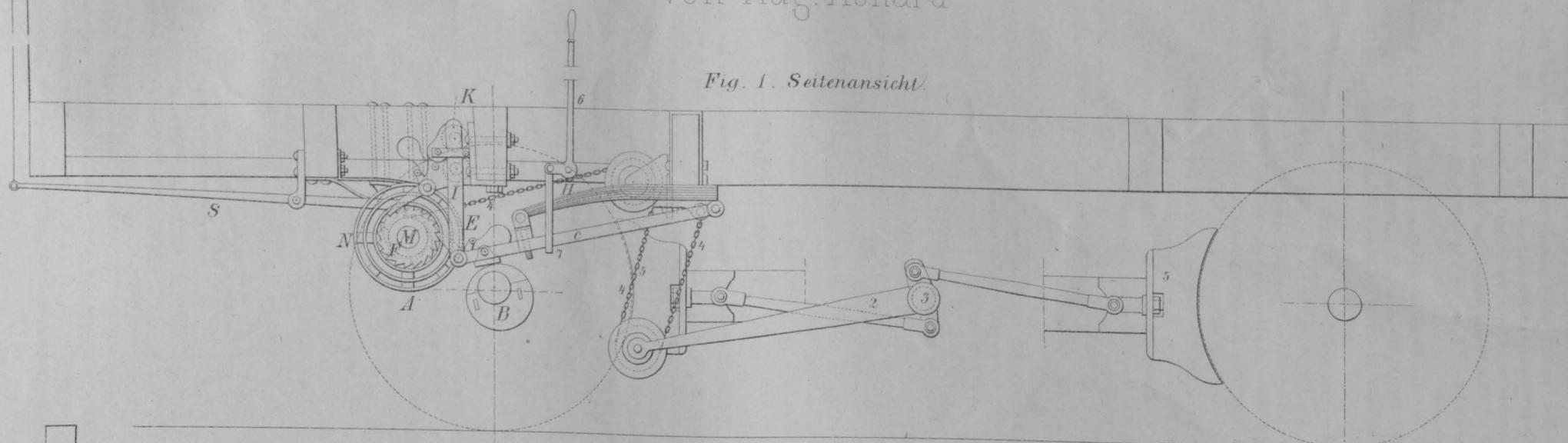


Fig. 1. Seitenansicht.

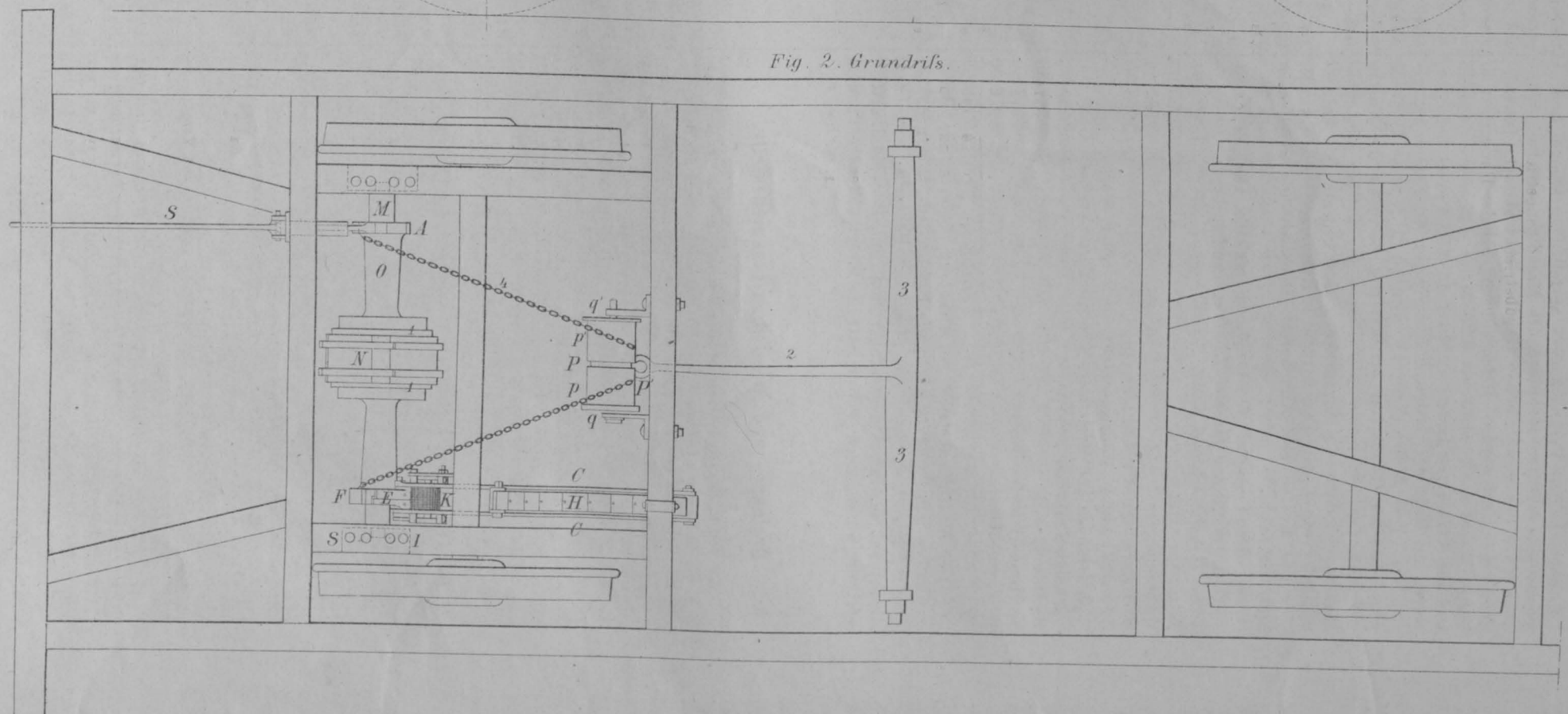
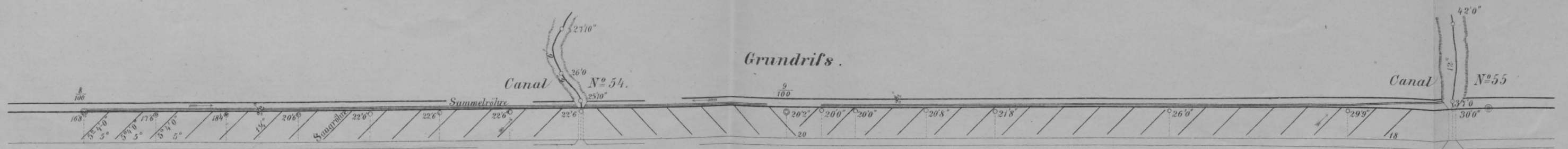


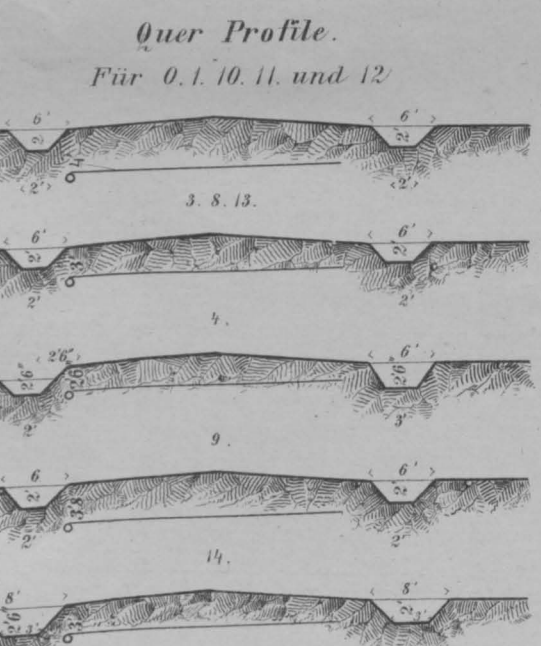
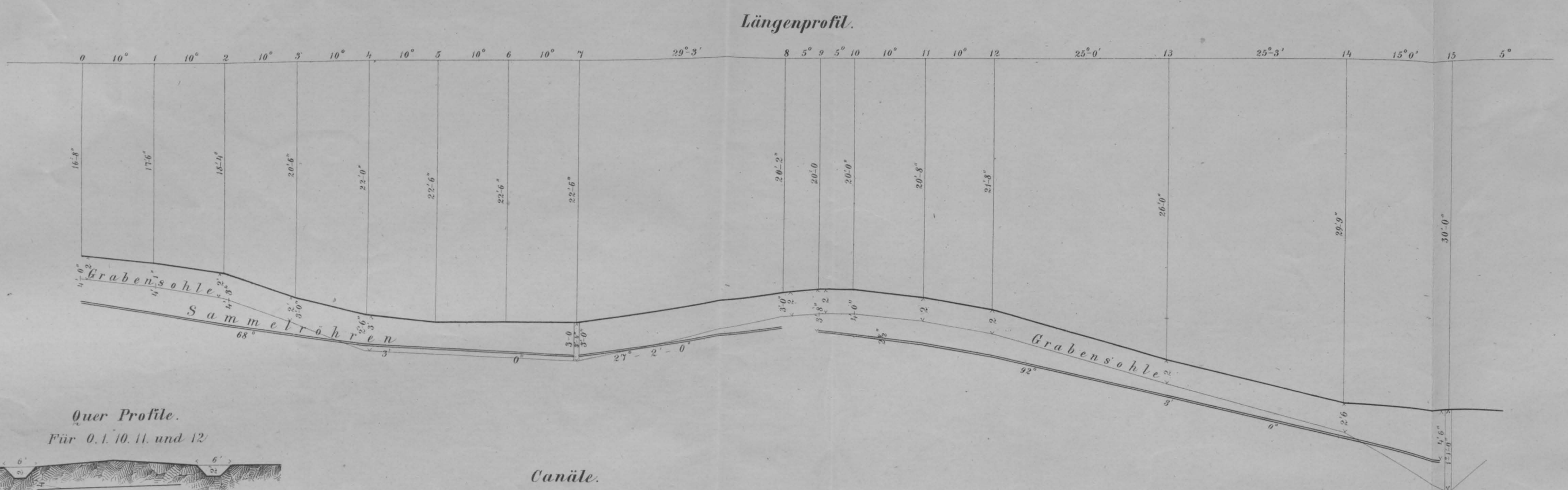
Fig. 2. Grundriss.

PLAN FÜR DIE DRAINIRUNG DES  $\frac{9 \text{ und } 10}{100}$  DES  $\frac{1}{4}$  DER 2<sup>ten</sup> MEILE KARPATHEN H ST ZUR BEHEBUNG DER DURCHBRÜCHE.

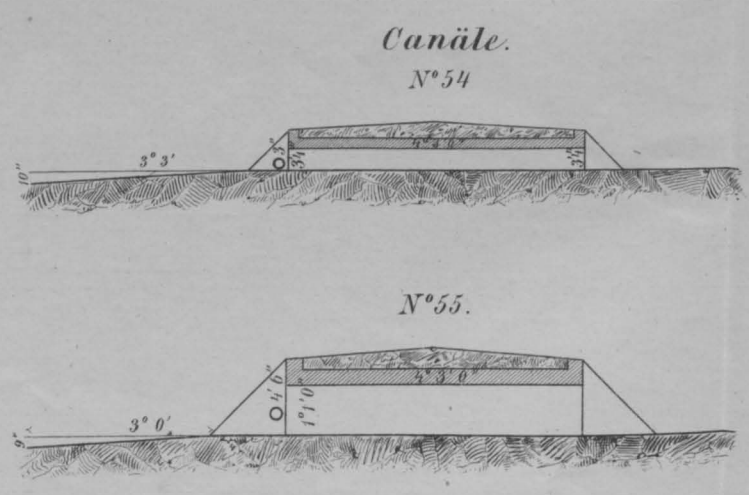
N<sup>o</sup> 15.



Von Biala ¼ der 2<sup>ten</sup> Meile. Nach Saybusch



Quer Profile.  
Für 0. 1. 10. 11. und 12.



Canäle.  
N<sup>o</sup> 54

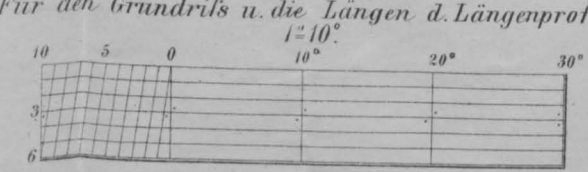
N<sup>o</sup> 55.



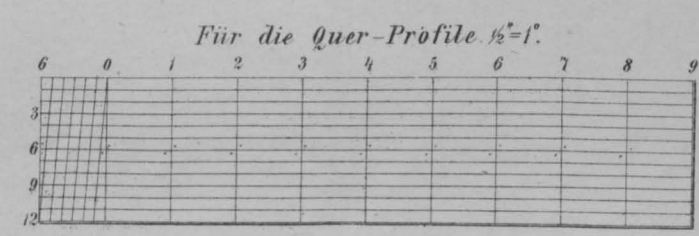
Drainirung  
des  $\frac{10}{100}$  des  $\frac{1}{4}$  der 2<sup>ten</sup> Meile, dann des  $\frac{100}{100}$  des  $\frac{1}{4}$  der 2<sup>ten</sup> Meile der III Karpathen.



Für die Höhen des Längenprofils. 1 Zoll = 1°

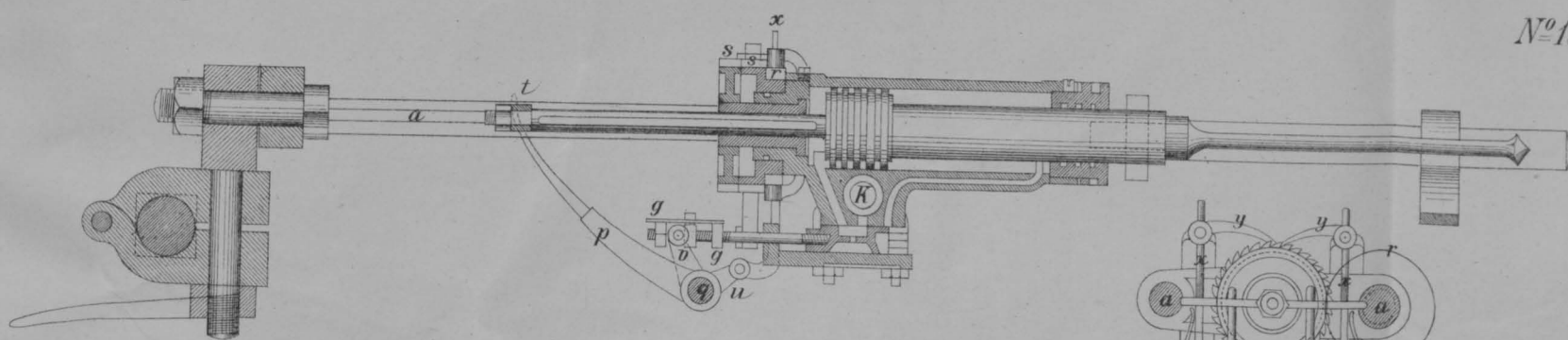


Für den Grundriss u. die Längen d. Längenprofils. 1" = 10°



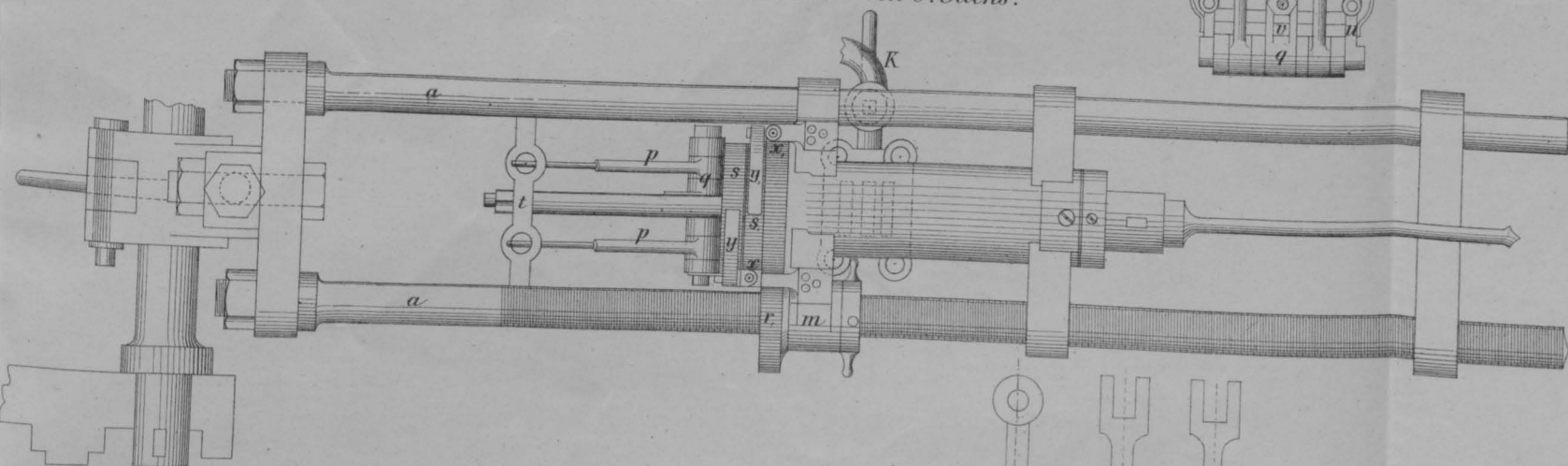
Für die Quer-Profile. ½" = 1°



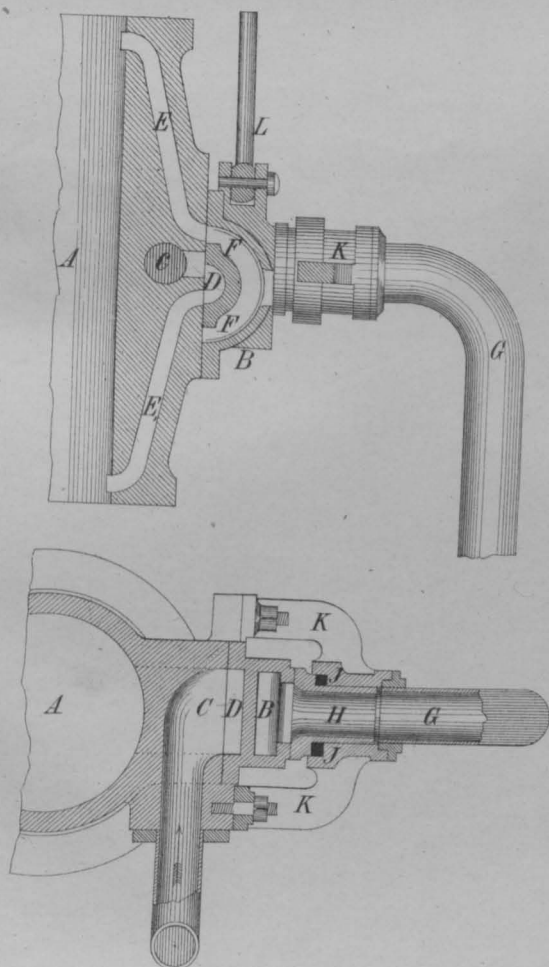


$\frac{1}{6}$  der nat. Grösse.

Fig. 3. Gesteinbohrmaschine von C. Sachs.



*Fig. 1. Entlastungsschieber von Beyer.*



*Fig. 2.*

*Stellvorrichtung  
von J.M. Elias.*

